

平成 28 年度環境省委託業務

平成 28 年度福島市における廃棄物発電の
ネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務
報告書

平成 29 年 3 月

一般財団法人日本環境衛生センター
スマートシティ企画株式会社

調査概要

調査の目的

東日本大震災以降のエネルギー戦略の見直しが求められる中で、分散型電源かつ安定供給可能である廃棄物発電が果たす役割は大きくなることが期待されている。廃棄物発電施設が持つ地域のエネルギーセンターとしての機能を高めるには、電力システム改革に対応して廃棄物発電による電力供給を安定化・効率化する新たなスキームを構築するなど、廃棄物発電の導入・高度化を促進する必要がある。

本事業は、廃棄物発電施設と電力供給先によるネットワークを構築して廃棄物発電による電力需給を実現するスキームにおいて、平成 27 年度福島市における廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査（以下、「昨年度調査」という。）で検討した高度化手法をシステム化し適用することによる需給管理等の事業性を検証・評価するとともに、将来的な地域エネルギー事業のあり方に向けた運営体制及びその実現可能性について、福島市の協力を得て調査したものである。

調査全体の流れ

昨年度調査では、廃棄物発電施設を運営する特別目的会社（SPC）と関連する小売電気事業者を介してあらかわクリーンセンターの廃棄物発電電力を市内の小中学校に供給する地域エネルギー事業の電力需給管理等について整理し、発電側予測精度の向上策や他の再生可能エネルギーを組み合わせた場合のネットワーク効果等の高度化施策の検討をおこなった。高度化施策の導入の有無と需要規模を変数とした事業モデルを設定し、その事業性について評価をおこなった結果、現状の事業規模では、事業採算性に対する発電側のインバランスコストの影響が大きく、単体のエネルギー事業としては成立が難しいことが明らかとなった。

そこで、本調査では、地域エネルギー事業の事業性の確保とエネルギー自給率の向上を図ることを目的とし、発電及び需要の適切な事業規模と事業の運営・実施体制について検討した。また、昨年度調査で検討した所内電力の予測から発電予測管理を行う手法を基に、既存の需給管理システムと連携させた現場で使用し得る発電予測管理システムを構築し、その導入効果を評価した。地域エネルギー事業の事業評価指標の検討においては、平成 27 年度調査の課題を踏まえ、地域貢献を含む様々な指標による評価を含めた事業全体の総合評価を導く事業評価指標の確立について検討した。ごみ発電の地産地消学習支援プログラムを用いた需要家に対する行動支援については、昨年度調査で実施した廃棄物発電の地産地消に関わる環境学習を他の小学校へ広げる方策について検討した。以上の検討をもとに、福島市における地域エネルギー事業の実現可能性評価、CO₂削減効果の検証を行った。

調査の結果

将来的な地域エネルギー事業の運営・実施体制のあり方として、行政出資による事業者を設立するケースや、特定の事業者と契約するケースについて検討し、その各々のメリットとデメリットについて整理を行った。また地域エネルギー事業の事業評価指標の確立に向けては、各指標の評価の目的、評価の方法、評価にあたっての留意事項について整理を行った。

需給管理高度化システムの構築・連携性の確保については、いずれの連結点においても支障がなく、データのやり取りを行うことが確認できた。また運用上の効率化についても、全体として作業時間の短縮につながることを確認した。

学習支援プログラムの普及拡大に向けては、廃棄物発電施設における施設見学と連動した学習支援の検討とプログラムの理解促進を目的とした動画の作成を行った。

事業実現可能性について「事業性」と「地域貢献性」の2つの視点から評価を行った。

事業性評価の結果、現状の需給規模では、廃棄物発電以外の市場調達電力が相当程度の割合を占めるため、市場価格が低迷した今回調査の評価条件においては一定の事業性を確保できたものの、今後の市場価格の変動等のリスクを考慮すると、単独での安定した事業運営は厳しいと考えられる。従って、今後の事業展開にあたっては地域貢献性の観点も踏まえて行政の関与の方針を明確にし、現状のとおり廃棄物発電施設の SPC と関連の小売電気事業者を通じた地産地消を継続するか、又は行政が何らかの関与を行い、需給規模を一定程度拡大した上で単独の事業運営とするか等の選択肢の中から、適切な事業スキームを選択することが考えられた。

地域エネルギー事業の地域貢献性については、地域の低炭素化や、雇用の創出、地域経済への波及効果といった側面について、一定の効果が得られることが示された。特に福島市のような事業モデルでは、市内の小中学校に対する廃棄物発電の地産地消という特性を活かした環境教育の要素を取り込むことが可能であり、需要家と一体となった地域エネルギー事業の普及啓発によるエネルギー政策の取組み促進という方向性も可能と考えられた。

CO₂削減効果については、地産のごみ発電を活用することによる CO₂排出量の削減効果が認められた。

Overview of the Investigation

Purpose of the investigation

With the demand for a review of the energy strategy after the Great East Japan Earthquake, the roles played by distributed power systems and waste power generation that can provide reliable electricity are expected to become larger than ever. In order to enhance the functionality of waste power generation facilities as regional energy centers, the introduction and advancement of waste power generation needs to be promoted through building a new scheme to stabilize and improve the efficiency of power supplied by waste power generation, in response to reform of the electricity system.

This investigation project was implemented in cooperation with the City of Fukushima for the purpose of examining and evaluating the feasibility of electricity supply/demand management by systematizing and applying the advanced methodologies that were studied in the “Fiscal Year 2015 Feasibility Study on Networking of Waste Power Generation in Fukushima City” (the ‘FY2015 Investigation’) in a scheme to achieve waste power generation supply/demand balance by networking the waste power generation facilities and the power users. In addition, possible operational schemes for future regional energy projects and their feasibilities were also investigated.

Flow of the entire investigation

The FY2015 Investigation looked into the issues relating to power demand/supply management of possible regional energy projects for the supply of waste-generated power from the Arakawa Clean Center to the city’s elementary and junior high schools via a special purpose company (SPC) which runs the waste power generation facilities and through related retail electricity suppliers. Based on the findings, the FY2015 Investigation explored possible measures for improvement of projection accuracy on the part of the power generator as well as possible policy measures to improve the impact of networking with other renewable energy sources. Project models were set up using the availability or not of such advancement policy measures and the demand size as variables, and their respective project feasibilities were evaluated. It was identified that with the current level of project size, the impact of the imbalance cost on the part of the power generator on the project feasibility is too heavy to make a stand-alone energy project feasible.

Therefore, in this present investigation, an adequate size for the project reflecting the power generation capacity and the electricity demand, as well as the operation and implementation schemes for such a project were explored, with a view to ensuring the feasibility of a regional energy project and thus improving the self-sufficiency rate for the energy. Based on the method examined in the FY2015 Investigation of managing power generation projections using the

projected in-house power load of the plant, a power generation projection management system which is usable on-site and linked to the existing supply/demand management system was also developed, and the impact of introducing such a system to the plant was evaluated. With respect to the study of project evaluation indices for regional energy projects, the establishment of project evaluation indices which would lead to the comprehensive evaluation of the overall project including evaluations using an index of contribution to the local community and various other indices was considered, based on the issues identified in the FY2015 Investigation. With respect to support for the energy-saving actions of users through using “Local production for local consumption,” a principle-based learning support program for waste power generation, methodologies were examined to extend to more elementary schools the “Local production for local consumption” waste power generation environmental learning program which was reviewed in the FY2015 Investigation. Based on all the above studies and examinations, the feasibilities of regional energy projects in Fukushima City were evaluated and their impacts on carbon dioxide (CO₂) reduction were investigated.

Results of the investigation

On the question of how to set up and operate a future regional energy project, we compared the model of the administrative body setting up the operating entity through equity participation and the model of the administrative body entering into a discretionary contract with the specified operating entity, and reviewed their respective advantages and disadvantages. Working toward the goal of establishing project evaluation indices for regional energy projects, we clarified the objectives of the evaluation indices, methods of evaluation and the points that needed to be paid attention to when evaluating a project.

With respect to the viability of constructing an advanced supply/demand management system and ensuring its compatibility, we found no problems with any of the connecting points and confirmed the unhindered exchange of data. We also confirmed that the system reduces the work time overall and thus improves the operational efficiency.

With respect to broader diffusion of the learning support program, the possibilities of providing learning support programs in tandem with tours of the waste power generation facilities was explored and a video clip was created to help better understand the program.

The project feasibilities were evaluated from two standpoints: economic viability and contribution to the local community.

The economic viability evaluation showed that, using the current supply/demand scale, electricity procured from the market far outweighs the amount of electricity supplied by waste power

generation, and therefore, stable project operation is considered to be difficult for a stand-alone project in light of the future volatility of market power price, even though a certain degree of economic viability was observed in this particular investigation because of the presently weak market prices. Accordingly, for future development of the project, it is believed to be important to first clearly set out a policy on government involvement, taking into account the viewpoint of contribution to the local community, and then choose the most appropriate project scheme from the following: to continue pursuing the current local-production-for-local-consumption principle involving the SPC of the waste power generation facilities, and the related retail electricity suppliers; to allow the administrative body to have some form of involvement to enhance the supply/demand scale to some degree and then start the stand-alone project operation, etc.

With respect to contribution to the local community, a certain degree of positive impact was demonstrated in terms of a low carbon society, job creation and spillover effects on the local economy. In this particular project model of Fukushima City, characterized by waste power generation for the city's elementary and junior high schools which truly embodies the principle of local production for local consumption, it is possible to incorporate the element of environment education into the project and to view the project as a fine example of an innovative energy policy by spreading regional energy project models in cooperation with electricity users.

Regarding the CO₂ reduction impact of the project, a positive impact was observed because locally generated solid waste is used.

目次

I. 地域エネルギー事業の検討	1
I-1. 運営・実施体制の検討	1
1. 福島市における地域エネルギー事業の現状	1
2. 将来の地域エネルギー事業の姿	4
3. 将来の地域エネルギー事業に向けた検討の観点	7
I-2. 事業評価指標の確立	8
1. 地域エネルギー事業の評価の考え方	8
2. 事業評価指標の検討	14
3. 事業評価手法の提案	36
II. 廃棄物発電に係る需給管理システムの高度化と検証	37
1. 概要	37
2. 需給管理システム化と検証	39
3. 廃棄物発電等の需給管理の今後について	55
III. 廃棄物発電電力の地産地消に向けた需要家に対する省エネルギー行動支援	58
1. 福島市の地域エネルギー事業における需要家行動支援の意義	58
2. ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムの概要	58
3. ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムの普及拡大に向けた検討	61
4. 今後の課題	70
IV. 事業実現可能性の評価	71
1. 事業実現可能性と評価項目の考え方	71
2. 事業性及び地域貢献性の評価	71
3. 評価結果	83
V. CO ₂ 削減効果の検証	84
1. CO ₂ 削減効果の考え方	84
2. CO ₂ 削減効果の評価	84
VI. 今後の廃棄物発電の特性を活かしたネットワークの拡大に向けて	86
1. 事業モデルの総合評価	86
2. 今後の展開に向けて	87

I. 地域エネルギー事業の検討

I-1. 運営・実施体制の検討

1. 福島市における地域エネルギー事業の現状

福島市では、東日本大震災からの復興に向けた取組みのひとつとして、地域特性に合わせた再生可能エネルギーの導入を積極的に推進しており、平成27年2月には、再生可能エネルギーの導入の方向性や具体的な取組みを示す「福島市再生可能エネルギー導入促進計画」を策定している。

このような状況の中で、福島市は、これまで一般電気事業者（当時）に売電していた廃棄物発電電力を市内の小中学校に送電する地産地消事業について事業者から提案を受け、平成27年4月より、廃棄物発電施設の余剰電力を市内の小中学校に供給する廃棄物発電の地産地消事業を開始した。

本事業の運営・実施体制面の特徴としては、電力の調達及び販売を担う小売電気事業者が廃棄物発電施設の運営を受託している会社の関連会社であることから、安心安全が徹底された焼却処理と効率的な発電管理が両立できる点、そして、その事業者は廃棄物発電を主な電源としている事業者であることから、バイオマスを含む廃棄物発電の特性を活かした地域低炭素化への貢献も可能である点が挙げられる。

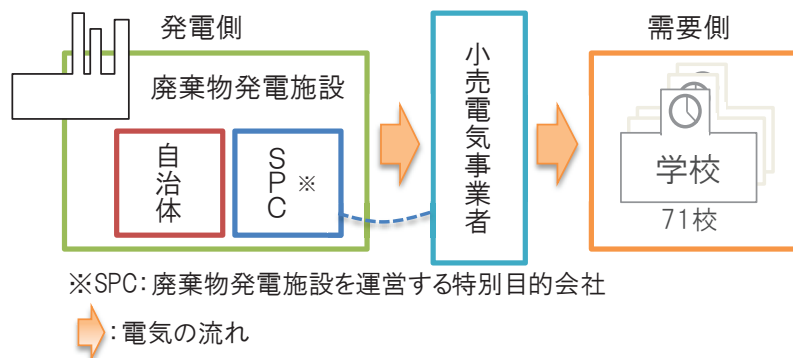


図 I-1-1 福島市地域エネルギー事業における運営・実施体制の現状

一方、地域エネルギー事業として本事業を単体でみる場合には、規模の設定は事業性に大きく影響することから、事業性の観点からも需要側、発電側の拡大策については検討が必要である。

昨年度調査では、福島市における地域エネルギー事業の現状と需要側及び発電側の拡大ケースをいくつか設定し、事業性、CO2削減量などの評価を行った。

現状ケースと事業規模等の条件が異なる4つのケースを想定し、各ケースの事業性の評価をおこなった結果、現状の事業規模では発電側のインバランスコストが事業性に大きく影響してしまい、単体のエネルギー事業としては成立が難しいこと、事業性を確保するためには需要側と発電側の規模の拡大が必要であることが示された。

表 I-1-1 事業性評価の事業モデル（昨年度調査報告書）

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
ケース概要	現状レベル	需要規模拡大 注1)	需要規模拡大 +小中学校全校に 太陽光発電導入 【高度化】 注2)	需要規模拡大 +小中学校全校及び 処分場跡地への 太陽光発電導入 【高度化】注2)	さらに需要規模拡大注3) +小中学校全校及び 処分場跡地へ太陽光 発電導入 【高度化】
需要 注5)	合計5.2MW 学校4.0+CC1.2	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計15.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等10.0	合計20.2MW 学校4.0+CC1.2 +公共施設等15.0
電源 注6)	合計2MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス)	合計2MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス)	合計4.3MW ごみ発電:2MW前後 (へゝス) PV:1.3MW(へゝヶ) 学校1.3	合計6.6MW ごみ発電:2MW前後(へゝス) PV:4.6MW(へゝヶ) 学校1.3+メガ3.3	合計6.6MW ごみ発電:2MW前後(へゝス) PV:4.6MW(へゝヶ) 学校1.3+メガ3.3
評価の観点	評価① 各ケースの事業規模の相違による事業収支の改善等を評価する。 評価② 各ケースにおいて、予測精度向上【高度化】による事業収支の改善を評価する。注4)				

注1)公共施設等10MWは、例えば、庁舎、体育館、行政施設5施設、その他の公共施設20施設程度の規模と相当される(他都市事例を参考)、
注2)Ⅲ章で検討した高度化方策=他の再生可能エネルギーの導入効果を検証する。
注3)公共施設等15MWは、例えば、庁舎、体育館、行政施設8施設、その他の公共施設35施設程度の規模と相当される(他都市事例を参考)、
注4)Ⅱ章で検討した高度化方策=予測精度向上の効果を検証する。
注5)最大電力需要で整理、各施設の契約電力合計を記載
注6)ごみ発電は2炉運転時の送電端での期待容量、太陽光発電は定格出力を記載

表 I-1-2 事業採算性評価（昨年度調査報告書）

No.	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
売上 (百万円/年)	271	625	627	636	825
支出 (百万円/年)	296	567	569	582	728
内インバランス (百万円/年)	50	26	26	26	20
経常利益 (百万円/年)	▲25	58	58	54	97
利益率	▲9.2%	9.2%	9.2%	8.4%	11.7%

また、発電予測管理の高度化方策により送電電力量の予測精度が向上した場合、事業性を確保できる需要規模の境界が約7,400 kWから約6,900 kWに下がり、同規模の比較においては高度化方策無しの場合よりもインバランスコストが低減することがわかった。これより、所内消費電力の予測式を用いた送電電力量の予測精度を高める方策は事業性の改善に有効であることが示された。

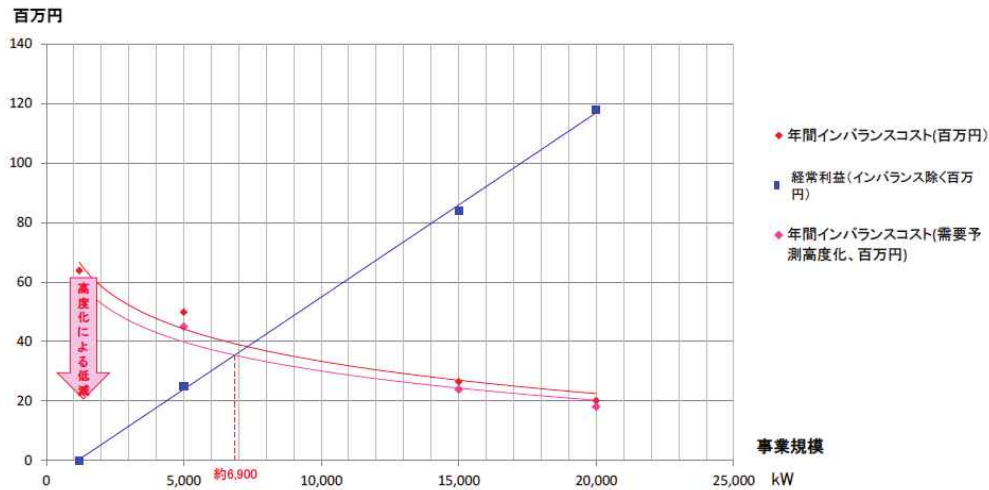


図 I-1-2 需要規模と収益性／インバランスコストの関係（昨年度調査報告書）

今後、発電側に再生可能エネルギー等の新たな電源が加わった場合、現状の事業モデルを継続するか、行政が何らかの形で関与した地域エネルギー事業者が複数の電源と需要とを結ぶことで一つの地域エネルギー事業として形成するか、といった選択肢が挙げられることから、これらの判断の考え方について整理しておく必要があると考えられる。その際、行政が何らかの形で関与する場合は、相応の事業リスクが伴うことから、そのメリット、デメリットの整理も必要である。

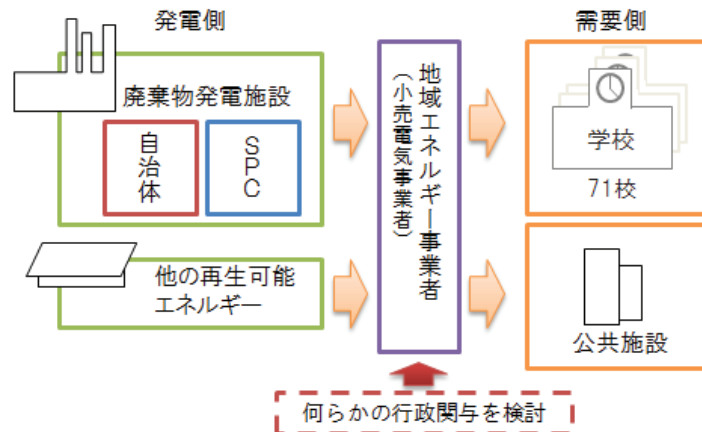


図 I-1-3 地域エネルギー事業者に自治体何らかの形で関与した場合の運営・実施体制（イメージ）

以上より、本章においては昨年度調査の結果を踏まえながら、発電側に他の再生可能エネルギーを、需要側に公共施設等をそれぞれ加えた場合の地域エネルギー事業者の運営・実施体制のあり方を検討した。

2. 将来の地域エネルギー事業の姿

福島市における将来の地域エネルギー事業の形態として、新たな電源が加わった場合であっても現状の地産地消事業のスキームが同地域において複数存在する形（下図左：現状維持）と、複数の電源と複数の需要を一つの地域エネルギー事業者がまとめて地産地消事業をおこなう形（下図右：地域エネルギー事業者）を想定した。

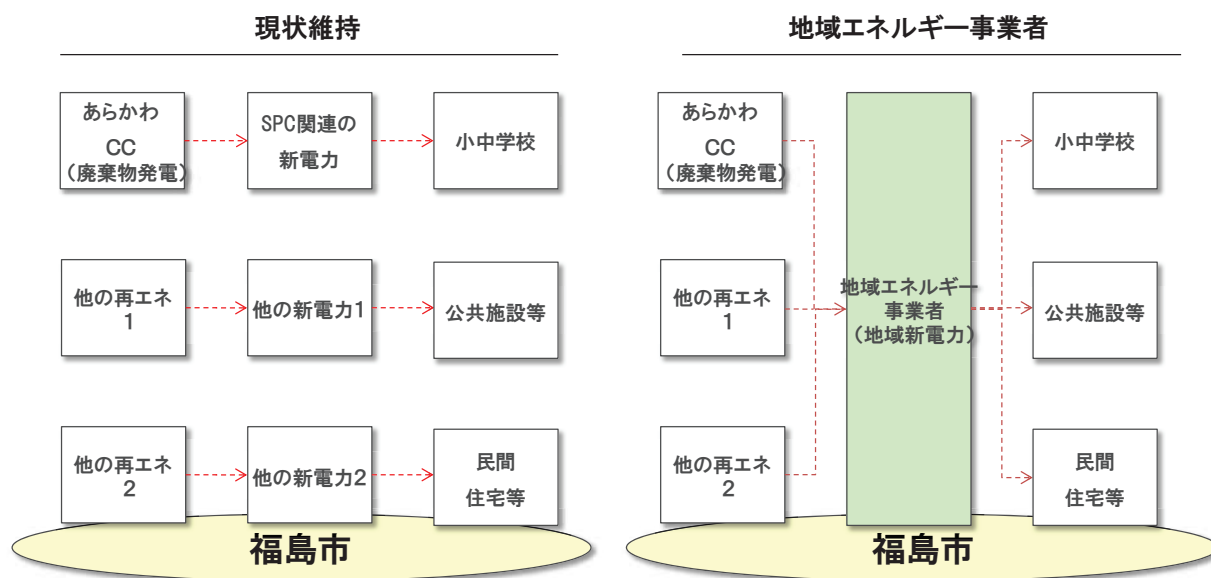


図 I-1-4 福島市における将来の地域エネルギー事業の形態（イメージ）

各形態のメリット及びデメリットと留意点を以下の通り整理した。一つの地域エネルギー事業者がまとめて行う形態については、行政の関与のあり方について複数の選択肢を設定し検討をおこなった。

まず現状維持の場合のメリット、デメリットを下表に示す。

市の事業運営に対する責任やリスクはほとんど発生しない一方で、運営内容への関与が限られる等のデメリットがある。

表 I-1-3 現状維持の場合のメリット・デメリット

現状維持の場合	新たな他の再エネ等の電力の取扱事業者は、特に指定しない (競争等によって、複数の事業者が平行して事業実施することもある)
メリット	・市の事業運営に対する責任やリスク負担はほとんど発生しない。
デメリット	・地域エネルギー事業者の構成、運営内容への市の関与が限られる。 (事業者を特定できない) ・全体の事業規模は拡大するが、エネルギー事業に伴う資金は必ずしも地域内で還元しない。 ・市の地域エネルギー事業(地産地消事業)として、統一的に説明しにくい。

一方、一つの地域エネルギー事業者が、発電側・需要側をまとめて取扱う形態としては複数の選択肢がある。

選択肢1：行政が地域エネルギー事業者に出資する（行政関与度は大）

選択肢2：特定の企業を選定し契約する（行政関与度は小）

行政が出資した地域エネルギー事業が全国各地で展開されている中で、廃棄物発電を電源とした事例として、北九州市、浜松市、米子市などの事例が知られている。

北九州市では、廃棄物発電施設2施設の電源を中心に、地域の公共施設等に電力供給する事業を平成28年4月からスタートしている。地域エネルギー事業者への行政出資比率は24.17%とされ、その他の出資者として地元の企業や金融機関が参画している。

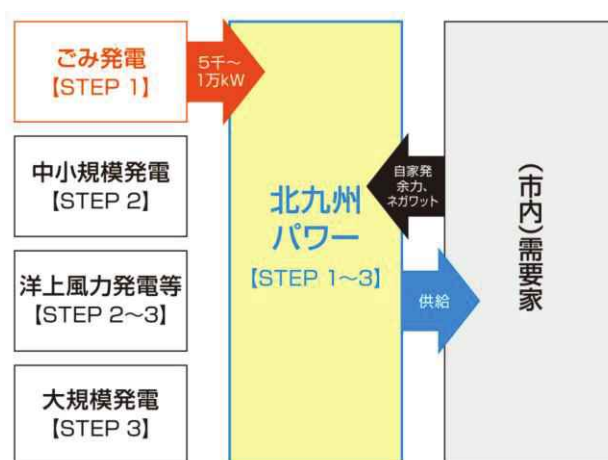


図 I-1-5 北九州市における地域エネルギー事業（北九州パワーHP より）

米子市でも、廃棄物発電施設の電源を中心に、地域の公共施設等に電力供給する事業を平成28年4月からスタートしている。地域エネルギー事業者への行政出資比率は10%とされ、地元の企業5社が参画している。一般消費者向け小売電気事業はケーブルテレビ事業者である中海テレビ放送を介して供給するなど、地元の企業との連携調和を図っている。

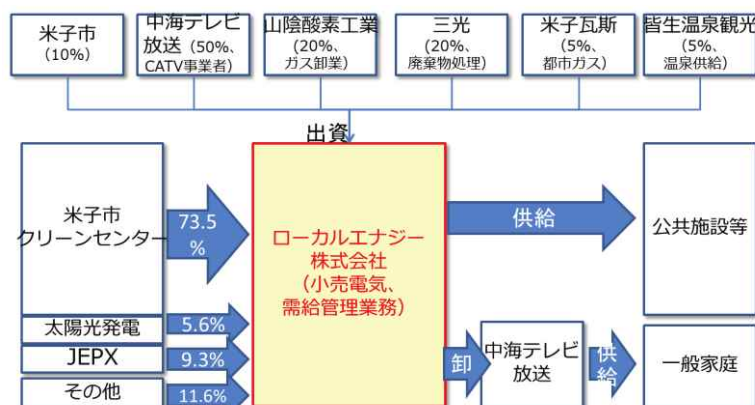


図 I-1-6 米子市における地域エネルギー事業（ローカルエナジーHPを基に作成）

行政が出資するケースのメリット、デメリットを下表に示す。より公益性の高い事業運営が可能となり、エネルギー事業に伴う資金が地域内に還元される一方、事業への責任やリスクは発生する。

表 I-1-4 行政が出資する場合のメリット、デメリット

市が出資する場合	市が出資した地域エネルギー事業者が、複数の地産電源から電力を調達し、学校・公共施設等へ供給する
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域エネルギー事業者の設立構成、運営内容に市が関与できるため、より公益性の高い事業運営（地域にとってプラスになる運営の確保）が可能。 ・ 福島市の地産地消事業が拡大し、エネルギー事業に伴う資金が地域内で還元する。 ・ 行政出資による信用力により資本比率を高める事ができる。もしくは資金調達コストを抑える事ができる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市における地域エネルギー事業への責任やリスク負担が発生する。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業規模の確保、事業リスクの低減がポイント。

特定の企業と契約するケースについては、現在の福島市において採用されており、地産地消を行うための事業者は同一である必要があること、発電側・需要側各々が一般競争入札を行って双方同一事業者が落札する保証はないこと、発電側・需要側の総合的な経済効果が重要であること等の理由により、廃棄物発電施設の運営管理を担うSPCと関連のある小売電気事業者と契約を行っている。

特定の企業との契約に向けたその他の方法としては、発電側と需要側との間の電力供給・需給管理を担う事業者を公募型プロポーザルで募集し、優先交渉権者を選定した上で、当該事業者と発電側、需要側が個別に交渉・契約するという手法もある。その場合、地域の電力地産地消を担う事業者の適切性、地域貢献性等を総合的に評価して選定することが可能である。

特定の企業と契約するケースのメリット、デメリットを下表に示す。契約条件等の範囲で事業への関与が可能且つ事業に対する責任やリスクはある程度に抑えられる一方で、契約の根拠整理等が必要となる。

表 I-1-5 特定の企業と契約する場合のメリット・デメリット

特定の企業と契約する場合	市が契約する地域エネルギー事業者が、複数の地産電源から電力を調達し、学校・公共施設等へ供給する
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発注条件、契約条件の範囲で、地域エネルギー事業者の構成、運営内容への市の関与が可能。 ・ 市の事業運営に対する責任やリスク負担は一定範囲に限られる。 ・ 福島市の地産地消事業が拡大し、エネルギー事業に伴う資金が地域内で還元する。

デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 契約の根拠整理が必要。 ・ 地域内の単体の地域エネルギー事業者の場合、信用力の確保、および地域内の資本比率を高めることが難しくなる。資金調達コストが高止まりする可能性あり。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 契約に向けた根拠整理がポイント。

3. 将来の地域エネルギー事業に向けた検討の観点

将来の地域エネルギー事業の姿を選定するにあたっては、行政として地域のエネルギー政策の施策展開をどのように考えるのか、そしてその施策展開のためにはどのような地域エネルギー事業形態が適当か、といった観点から考える必要がある。

現状の事業規模を維持する場合、現状のモデルによる廃棄物発電の地産地消は安定的に継続できるため、この電力地産地消関係は今後とも継続することが重要と考えられるが、他の再生可能エネルギー等の電源が今後加わった場合については、行政としてどのように関与するかを検討する必要がある。

行政として、地域内の複数の電源からの電力を取りまとめて地域で地産地消する事業を念頭に置いた場合には、行政が何らかの関与を行って、地域エネルギー事業者を選定・契約していく必要がある。その方策として、行政出資による事業者を設立するケースや、特定の事業者と契約するケースがあり、その各々のメリット、デメリットは、前項で整理したとおりである。

いずれのケースを選択するにおいても、判断のポイントとしては、以下の2点が挙げられる。

- 行政が主体的に関与する政策的意義の整理
- 行政が関与した場合のリスクの抑制

本調査では、行政が主体的に関与する政策的意義の整理について、次章 I - 2 において、地域エネルギー事業の評価の考え方を整理し、第 III 章で示す需要家学習支援の意義等も含めながら、地域貢献性等の公共的な意義について検討する。

行政が関与した場合のリスクの抑制については、後述の第 II 章において需給管理の高度化を図った上で、第 IV 章で事業性の評価を行い、事業の安定性確保の方策について整理する。

I－2．事業評価指標の確立

電気システム改革によって様々な業種が電力事業に参入し、需要家に低廉で質の高いサービスの提供が期待される中で、地域エネルギー事業独自の価値や意義を確立し高めていくことが求められる。また、行政が何らかの関与を行って地域エネルギー事業を進めていくためには、地域エネルギー事業が持つ地域貢献性等を適切に評価し、行政が関与することの政策的意義についても明確にしていく必要がある。

そこで、ここでは地域エネルギー事業の導入効果等についてより詳細に検討し、各地域における地域エネルギー事業の計画検討に資する事業評価指標の確立をめざす。

1. 地域エネルギー事業の評価の考え方

(1) 地域エネルギー事業のねらい

評価指標の検討にあたり、国内の自治体等が関与した地域エネルギー事業について調査し、先行事例における地域エネルギー事業の概要、ねらいや意義を以下の通り整理した。

地域名		あり						なし			
地域名	北上市	山形市	浜松市内	北九州市	中之条町	東松島市	米子市	みやま市	生駒市	金津	成田市・香取市
企業名	合同会社 北上新電力	やまがた新電力 株式会社	株式会社 浜松新電力	北九州パワー	一般財団法人 中之条電力	一般社団法人 東松島みらい し機構	ローカルエナ ジー 株式会社	みやまスマート エネルギー株 式会社	生駒市地域新 電力(仮)	会津電力株式 会社	成田香取エネ ルギー
資本金 (百万円)	10百万円	70百万円	60百万円	60百万円	30百万円	-	90百万円	20百万円	-	72.8百万円	9.5百万円
出資者	NTTファシリ ティーズ(100%)	山形県(33%) 民間企業(67%) /県内の地方銀行 や発電事業者 、エネルギー 関連企業など 7社と県外の需 給調整専門事 業者民間企業 18社で4660 万円を出資	浜松市 (8.33%) 株式会社NTT ファシリティ ーズ(25.00%) NECキャピタル ソリューション 株式会社 (25.00%) 遠州鉄道株式 会社(8.33%) 須山建設株式 会社(8.33%) 中部ガス株式 会社(8.33%) 中村建設株式 会社(8.33%) 株式会社静岡 銀行(4.17%) 浜松信用金庫 (4.17%)	北九州市 (24.17%) 株安川電機 (18.33%) 株ソルネット・富 士電機株 (16.67%) 株北九州銀行 株西日本シー ン銀行・株福岡 銀行・株みずほ 銀行・福岡ひ びき信用金庫 (4.83%)	中之条町(80%) (株)V-Power(40%)		中海テレビ放送 (50%) 山陰酸業工業 (20%) 米子市・三光 (10%) 米子瓦新・皆生 温泉観光(5%)	福岡県みやま 市(55%) 九州スマートコ ミュニティ株式 会社(40%) 株式会社筑邦 銀行(5%)	事業計画(案) に基づく資本構 成案 生駒市(34%) NA 運営委託事業 からの融資と 補助金の活用 のほか、全国 の市民からの 出資	地元金融機関 からの融資と 補助金の活用 のほか、全国 の市民からの 出資	成田市(40%) 香取市(40%) 洗電電機(20%) 96%)
運営主体	NTTファシリ ティーズ	NTTファシリ ティーズ	NTTファシリ ティーズ	F-パワー	F-パワー	一般社団法人 東松島みらい し機構 (HOPE)	ローカルエナ ジー 米子市+境港 市+ 民間企業5社	エプロ HEMSの実証事 業を担い、自治 体PPS構想もサ ポート	大阪ガス	会津電力	洗電電機
供給電力の概要	権定契約電力 (kW)	2,271	10,396	2,903	13,160	1,715	4,924	3,049	7,139	-	-
	需給管理	外部委託	外部委託?	外部委託	外部委託?	外部委託	-	-	外部委託?	-	-
	供給エリア	北上市内	山形県内	浜松市内	北九州市	中之条町内	東松島市内	米子市内	全国各地	生駒市	福島県内
	供給先	庁舎/役場 学校 公共施設 農林漁業施設 民間企業 個人	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
参考:原文	エネルギーをつ くり、賢くつか い、未来を築く 人を育てるまち	①山形県エネ ルギー戦略に 掲げる「地産地 消」と「供給基 地化」 ②東日本大震 災での大規模 停電の教訓を 踏まえた「災害 対応力の向上」 ③地域資源を 活用して生み 出された再生 可能エネル ギーの導入・拡 大を促した「地 域経済の活性化 」による 「やまがた創 生」の実現	①再生可能エ ネルギーの活 用 ②電力の地産 地消 ③市内資源の 有効活用 ④地域経済の 活性化 ⑤市民への節 電・環境意識 の醸成 ⑥エネルギー に不安のない 強靱で低炭素 な社会の構築	①地域に安定・ 安価なエネル ギーを供給す ることによる市 内産業の下支 え ②低炭素エネ ルギーを地産 地消すること による市内の 低炭素化 ③エネルギー マネジメント のノウハウを 拡大・実装す ることによる 省エネ社会 の実現・新 たな環境ジ ネラの創出	再生可能エ ネルギー等 を活用し、地 産地消等の取 り組みを通じ て、地域活性 化に寄与する	新電力事業を 通じて、経済 、エネルギー 、人の循環を 創出し、地域 活性化を図る	エネルギーの 地産地消によ る新たな地域 経済基盤の創 出	分散型・自立エ ネルギーシステ ムの構築を目 指す	地域の省エネ サービス事業 やネガワット取 引事業の基盤 となり、低炭素 化・省資源化 に貢献 ○社会面 [需要家に地産 地消という付 加価値を提供] 〇社自身や地 域主体による その他のコミュ ニティサービスの 基盤(プラット フォーム)を 提供	エネルギー革 命による地域 の自立・少な くとも10年内 に再生可能エ ネルギーを再生 可能エネルギー のみで供給す る体制をつ くりあげる	再生可能エネ ルギーの地産 地消
事業目的	エネルギーの自立	✓						✓			
地域の自立			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
地産地消			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
環境対策・意識醸成 (節電・CO2)			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
防災			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
地域経済活性化 (雇用創出・人材育成)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

図 I-2-1 先行事例における地域エネルギー事業の概要、ねらいや意義

各先行地域では、地域エネルギー事業を実施するにあたり、政策目的である再生可能エネルギーの導入、拡大、地産地消の推進、環境対策、エネルギーセキュリティの向上などの直接的なねらいに加え、雇用、産業等の地域経済活性化など、地域貢献性を重視するものが多くなっている。

また、総務省が自治体主導の地域エネルギーシステム整備研究会でもその意義について、地域経済循環の起爆剤、エネルギーセキュリティ確保、効率的なエネルギー利用と捉え、雇用増などを期待効果として挙げている。

為替変動に強く、GDPに直結する地域経済好循環の起爆剤（雇用の創出と税収増）	<ul style="list-style-type: none"> 地域のエネルギー事業者が立ち上がり、エネルギーの地産地消が進むことで、地域内での資金循環が活発化。 地域企業の設立による安定的な雇用の創出や税収増といった経済効果。
エネルギーセキュリティ確保（エネルギー地産地消）	<ul style="list-style-type: none"> 地域においてエネルギー源を確保し供給する仕組みを整えることで、地域のエネルギーセキュリティが向上。 大規模災害等の発生時には、分散型エネルギーを導入した公共施設等が一時的な地域エネルギー供給拠点、地域住民の拠り所となる。
効果的・効率的なエネルギーの利用（地域におけるサービス・イノベーションの推進力）	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーと公共施設の管理、公共交通など、複数の事業の連携により相乗効果を発揮し、コスト削減やサービスの質の向上、収益力の強化を図る。 新たに需要家向けの様々なサービスも生まれる。（スマート・タウンマネジメント・サービス、家庭の省エネ支援、高齢者見守りサービス）

図 I-2-2 地域における分散型エネルギーの意義

事業体		想定雇用人数	備考	
エネルギー事業	地域エネルギー小売の事業者 1社～	10人～	管理職:2名、営業:2名 運転員:2名×3班=6名	
	地域エネルギー供給の事業者 1社～	10人～	【1社あたり】 管理職:2名、維持管理員:2名 運転員:2名×3班=6名	
	地域エネルギーインフラの事業者	10人	【1社あたり】 管理職:2名、維持管理員:2名 運転員:2名×3班=6名	
その他関連事業	原材料調達	木質バイオマス 森林資源管理(組合等) 1エリア～	5人～	資源収集・運搬:5人/エリア
		処理工場 (チップ製造工場等) 1社～	5人～	【1社あたり】 管理職:1名、運転員:2名×2班=4名
		その他 (廃棄物の資源化施設等)	10人～	管理職:2名、維持管理員:2名 運転員:2名×3班=6名
	その他波及事業	+α	工業団地企業進出、農業利用、省エネ関連事業(機器販売等)等	
合計		50人～		
土木・設備設置等(初期投資)		20人/日	・土木工事 10人程度/日×1～2年程度 ・溶接等工事 10人程度/日×1～2年程度 →延べ10,000人程度	

図 I-2-3 地域における期待雇用増(例)

(出典:総務省自治体主導の地域エネルギーシステム整備研究会第5回資料)

その他、海外の地域エネルギー事業の先行/成功例として挙げられるドイツのシュタットベルケでも地域内での資金循環の効果を強調している。例として、シュタットベルケ DuisburgAG の調べでは、1€(100セントとして計算)の電力料金の支払いについて、大手電力会社から電力を購入した場合の Duisburg 市への資金還流が 12セントしかないのに対し、シュタットベルケからの購入の場合は 29セントになるとされており、直接間接雇用の増加と合わせて地域経済循環への効果がPRされている。

地域エネルギー事業の意義、行政の政策目的との合致等を鑑みて、地域貢献性を評価に取り入れ

ることが望ましいと考えられる。

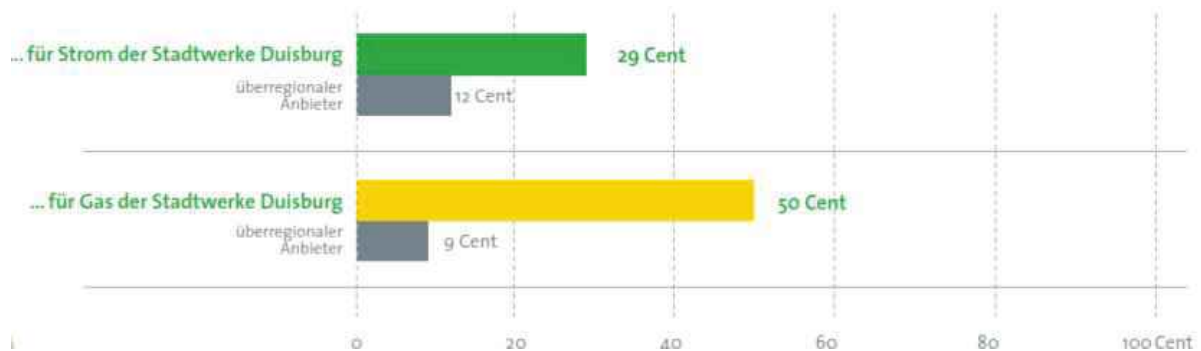


図 I-2-4 シュタットベルケ Duisburg市の例

なお、評価の基本となる事業性については、一般的には環境省「地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引き」にもあるように、収益性（収支、支出）と継続性を評価することになる。行政関与度合、資本比率、資金調達コストの影響をみるためにはEIRR、フリーキャッシュフローで評価を行う事が望ましいと考えられる。

指標	概要
IRR	<p>(Internal Rate of Return : 内部収益率)</p> <p>複利計算に基づいた、投資に対する収益率（利回り）を表す指標。正味現在価値の累計がゼロとなる割引率として算出される。</p>
	<p>IRRには、次の2つがある。</p> <p>－PIRR (Project Internal Rate of Return)</p> <p>事業の採算性を評価するための指標。資本調達方法による影響を受けない、事業そのものの採算性を検討するための指標。</p> <p>－EIRR (Equity Internal Rate of Return)</p> <p>出資者にとっての投資採算性を図る指標。借入金がなければ、PIRRと等しくなる。</p>

図 I-2-5 事業性評価における評価指標例

(出典：環境省 地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引き（金融機関向け）Ver1.1)

(2) 先行するモデル事業における評価項目

地域エネルギー事業の計画検討を推進するためのモデル事業が各省で実施されている。次に示すモデル事業は、地域資源の活用、EMSの活用の促進、低炭素社なまちづくりを各々の切り口とし、一定規模の地域における新たなエネルギーシステムの構築を目的としているが、事業評価のポイントはそれぞれ異なる。

表 I-2-1 先行モデル事業における事業評価のポイント

	①分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン策定事業（総務省）	②地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業（経産省）	③「低炭素・循環・自然共生」地域創生実現プラン策定事業（環境省）
事業評価のポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・地域資源の活用 ・事業化可能性・継続可能性 ・広域的な地域経済循環の創造 ・事業推進体制の構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・EMS の活用 ・一定規模のコミュニティでの面的利用 ・地域内エネルギーコストの最小化 ・経済性評価（投資回収効率、費用対効果） 	<ul style="list-style-type: none"> ・低炭素なまちづくり ・地域資源循環システムの構築 ・自然共生の観点 ・地域経済活性化 ・持続可能な取り組み

（各事業の募集要項等よりキーワードを抜粋）

①分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン策定事業（総務省）実施：平成 26 年度～
 本事業は、自治体を核として、需要家、地域エネルギー会社及び金融機関等、地域の総力を挙げて地域エネルギーに関するプロジェクトを推進し、そのマスタープランを策定することを目的としている。

・モデル事業例：鳥取市では、この事業を通して木質バイオマスを活用した熱供給インフラ整備を新庁舎の整備に合わせて行い、新たなコンパクトシティを創造する計画を作成した。その後、エネルギーによる産業振興、地域内資金循環、地方創生等を推進するため、官民連携環境エネルギー産業振興プラットフォーム「とっとり環境エネルギーアライアンス合同会社」を設立し、地域のエネルギー関連産業の創出を通じて、エネルギーセキュリティの向上および地域活性化の実現を目指していくこととしている。

②地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業（経産省）実施：平成 26 年度～

本事業は、民間事業者や地方公共団体等が、地域の実情に根ざした地産地消型のエネルギーマネジメントシステム（以下、「EMS」という）の構築を進めるために実施する事業化可能性調査及びマスタープラン策定を支援することにより、地産地消型のエネルギーシステムの加速的な導入・普及につなげることで、システム構築に関するノウハウの共有化及び他地域への展開を図ることを目的としている。

・モデル事業例：岡崎市では、この事業を通して、集合保留地近辺にエネルギーセンターを設置し、進出計画のある病院・福祉施設へ熱電併給する熱電供給事業と、廃棄物発電電力を新設の区域及び既設の公共施設等に供給する地域電力小売事業を検討し、エネルギー需給の管理システム（CEMS）を導入した際の実現可能性について検討した。地域電力小売事業において、既設の公共施設等を需要規模とし、需要家の電気料金 5%削減で事業性評価を行った結果、単年度事業収支が 1.4 億円黒字で事業が成立すると試算された。地域電力小売事業は平成 29 年度、熱電供給事業は平成 32 年度の実現に向けてプロジェクトが進行している。

③「低炭素・循環・自然共生」地域創生実現プラン策定事業（環境省）実施：平成26年度～

本事業は、低炭素・循環・自然共生地域の創生と地域・経済等活性化を実現する「モデル地域創生プラン」を策定を支援し、当該プランの進捗や目標達成度を分かりやすく示す指標の設定とプラン実現による成果目標を明確にする。また、当該プランを地域特性により類型毎に整理し、2050年CO₂80%削減を前提に、低炭素・循環・自然共生社会の実現に向けて、今後5カ年の支援策をとりまとめる事を目的としている。

- ・モデル事業例：南丹市では、本事業を通して、1. 小水力発電を活かした環境・産業・地域の活性化プロジェクトの検討、2. 生ごみメタン発酵による資源循環構築プロジェクトの検討を行っている。南丹市内の家庭から発生する生ごみ等のバイオマスを活用し、低炭素化に資する資源循環の構築を目指すため、一般廃棄物処理における生ごみの処理過程で発生するメタン発酵消化液の活用方策を軸として、「効率的生ごみ回収の検討」及び「食品廃棄物を利用した農産物流通による食品ループの検討」について検討した。その結果を踏まえ、① 生ごみの分別収集事業、② 液肥利用促進事業、③ インターンシップ等推進事業の各事業計画を作成した。平成29年度より一部地域で事業実施を予定している。

(3) 地域エネルギー事業として評価すべき指標

上項(1)、(2)を踏まえると、地域エネルギー事業は、安定した電力を供給するという事業サービスの他に、地域に根差した事業として地域経済循環の活性化や低炭素化への取り組みなど、エネルギー事業の特性を生かした付加的な機能やサービスが期待されているといえる。

上項(1)、(2)を踏まえ、地域エネルギー事業の評価すべき事項を以下の通り整理した。

- ① エネルギー地産地消性
 - ・エネルギーの自給自足を目指す政策目的の指標として
 - ・地域資源の活用促進の指標として
- ② 低炭索性
 - ・温室効果ガス削減（低炭素化）の指標として
- ③ 地域経済への波及効果（経済性）
 - ・地域エネルギー事業が地域にもたらす経済的な効果（雇用創出、地域内資金循環の活性化など）の指標として
- ④ 住民生活の向上効果（社会的貢献性）
 - ・地域エネルギー事業による売上げもしくは自治体施設内のエネルギーコスト削減分を新たな地域振興策に充てるなどの地域サービスの向上の指標として
 - ・防災の観点から地域のエネルギーセキュリティの向上の指標として
 - ・環境教育などの住民の環境意識の醸成を目的とした取組みの指標として
- ⑤ 事業性（事業収支、利益率、事業継続性）
 - ・投資回収効率、費用対効果の指標として
 - ・長期的な事業運営を見据えた様々なリスクへの対応（事業継続性の観点）の評価指標として

2. 事業評価指標の検討

平成 27 年度調査で取りまとめられた総合的な事業評価指標は下表のとおりである。評価指標としての確立に向けて、各々に課題や改善の余地が挙げられる。

課題については、大きく下記のように分けられる。

評価の観点や対象を広げるなど、指標の充実について検討の余地がある（下表 課題①②⑤⑥⑦）
 評価の考え方を定着するため、評価指標の活用について検討を深める必要がある（下表 課題③）
 課題への対応方法は整理されており、新たな知見等があった場合に再検討する（下表 課題④）
 各指標の評価結果から、事業全体を総合評価する考え方を整理する必要がある（下表課題⑧）

表 I-2-2 平成 27 年度調査における事業評価指標と課題

H27 評価指標		H27 評価の概要		【課題】
事業性	地域エネルギー事業の 事業収支、利益率 (計画値同時同量) (事業採算性) (事業継続性)	・ 事業そのものの成立可能性を評価 ・ 年間の事業収支(黒字/赤字)と、経常利益率を算出	① 年間を通じた事業成立可能性は評価可能だが、実事業で必要となる資金繰り確保の観点が欠如 ② 長期的に見た場合の様々なリスクへの対応可能性は考慮されていない	
	エネルギー地産地消性	消費電力の地産率 ・ 地域需要の消費電力量に対する地域エネルギーの比率 ・ 【式】地域内供給電力量/消費電力量 発電電力の地消率 ・ 発電側の送電電力量に対する地域内消費量の比率 ・ 【式】地域内供給電力量/送電電力量	③ 一般に言われる“エネルギー自給率(需要電力量に対する当該地域内のエネルギー生産量)”と異なり、実際に消費した電力量に対して送電された地産電力量の割合(地産率)、実際に発電した電力量のうち地域内で消費された電力量の割合(地消率)を算出している。 この特性を活かした本評価指標の行政施策上での活用方法について検討を深める必要がある	
地域 貢献性	低炭素性 (環境効果)	CO2削減効果 ・ 需要側の消費電力が電力会社からの調達からごみ発電電力に変わることによる CO2 削減効果を評価	④ ごみ発電電力の増強等がない限り、地域外を含めた全体の CO2 排出量は変化しないなど、評価にあたっての前提条件を踏まえる必要がある(⇒評価結果に前提条件を付記することで対応)	
	経済性 (経済効果)	消費電力コスト削減 ・ 事業導入前後の需要側の電気料金の削減幅を評価	⑤ 行政全体としての経済性として評価する場合、需要側だけでなく発電側も含めて評価する必要がないか、検討の余地がある	
	経済波及効果	・ 地域エネルギー事業導入による他産業への波及効果として、総務省が提供する産業連関表を活用した簡易計算ツールを利用して参考値を算出	⑥ あくまで簡易計算であり、事業の特性を反映した評価により精緻化する必要がある ⑦ 経済面以外の波及効果(社会的効果等)についても、何らかの評価が可能か検討する余地がある	
全般				⑧ 事業性、地域貢献性の各指標を評価したうえで、事業全体としてどうか、総合的に評価する際の考え方を整理する必要がある。

各評価指標の課題についての検討結果と各指標の評価の目的、留意事項を以下に整理する。

(1) 事業性

地域エネルギー事業の事業そのものの成立可能性の評価項目として、年間の事業収支と経常利益率の算定は必要である。また、資金繰りの観点や長期的なリスクへの対応についても評価する必要がある。需要側・発電側の規模、外部からの調達量やインバランス発生量の算定、大手小売電気事業者に対する割引率等の項目が条件として事業性に大きく影響すると考えられる。

表 I-2-3 事業性の評価について

評価項目	評価概要	評価方法
事業収支、経常利益率の算定	事業そのものの成立可能性を評価	事業規模等の条件設定下でのシミュレーション
長期的なリスクを踏まえた事業継続性	関連諸制度変更、燃料調整費の変更や市場価格の変動等の長期的な視点でみた場合の様々なリスクへの対応可能性について評価	長期的なリスク要素の変動を見込んだシミュレーション

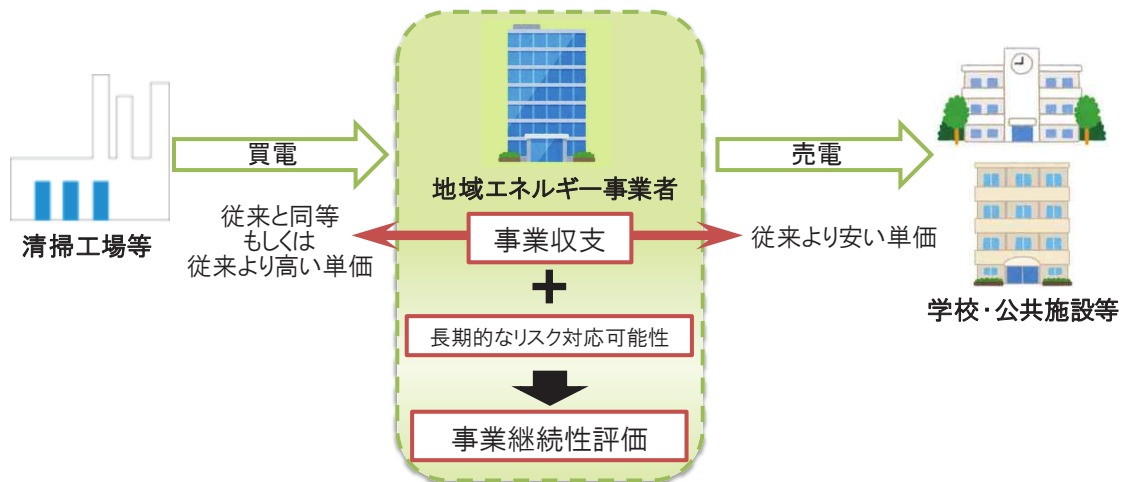


図 I-2-6 本調査における地域エネルギー事業の事業性評価のイメージ

(2) 地域貢献性

地域エネルギー事業は、安定した電力を供給するという事業サービスの他に、地域に根差した事業として地域経済循環の活性化や低炭素化への取り組みなど、エネルギー事業の特性を生かし地域のニーズを捉えた地域貢献のあり方が求められる。ここでは、エネルギーの地産地消性、環境効果としての低炭素性、地域経済活性効果としての経済性の評価について、それぞれの評価手法を検討した。

① エネルギーの地産地消性

地域エネルギー事業におけるエネルギーの地産地消性は、低炭素性、経済性や社会性にも大きく関わり、地域貢献性の中で基本となる指標であるといえる。エネルギーの地産地消性を評価する指標として、ここでは、政策目的等において一般的に用いられるエネルギー自給率と、小売電気事業者の電源構成の算定やCO2排出量を算定する際等に有効なエネルギー地産率・地消率の考え方について整理する。

政策目的等において一般的に用いられるエネルギー自給率は、ある地域の再生可能エネルギーの生産電力量とその地域の需要電力量のバランスで示され、地域内の再生可能エネルギー電源の導入促進や消費電力の削減を促す際の政策的な数値目標としてしばしば用いられる指標である。

エネルギー自給率の算出方法

【式】エネルギー自給率＝(A) / (B)

地域内需要 (B) に対する地域内で生産された再生可能エネルギー発電量 (A) の割合

「福島市再生可能エネルギー導入推進計画(平成27年2月)」では上記の算出方法に則り、将来のエネルギー自給率の目標値を設定している。平成25年度実績の23.5%に対し、再生可能エネルギー導入を一般住宅・公共施設・事業者で推進することにより、2020年度には30%、2030年度には40%、2040年度には50%という目標を掲げている。

一方、地域の電源(ごみ発電等)を地域内で消費するといった電力の地産地消事業を行っている場合には、供給先の需要電力量に対し、どれだけごみ発電を中心とした地域内の再生可能エネルギーによる電力量を供給できたかの割合も評価の観点として需要である。

実際の電力事業は計画値同時同量制度の下、電源側も需要側も30分単位で市場取引やインバランス精算が行われており、実際に地域の需要家に供給される電力の電源構成も30分単位で変動している(下図参照)。

一般的に用いられるエネルギー自給率は、時間単位の需給バランスが考慮されていないため、地域内電源の調達量を増やした場合でも、エネルギー自給率は高くなるが、時間単位の需要量に対して地域内電力を供給できない場合は外部からの電力調達が必要となるため、低炭素性や経済性の観点からは、必ずしも適切に評価出来ない場合がある。

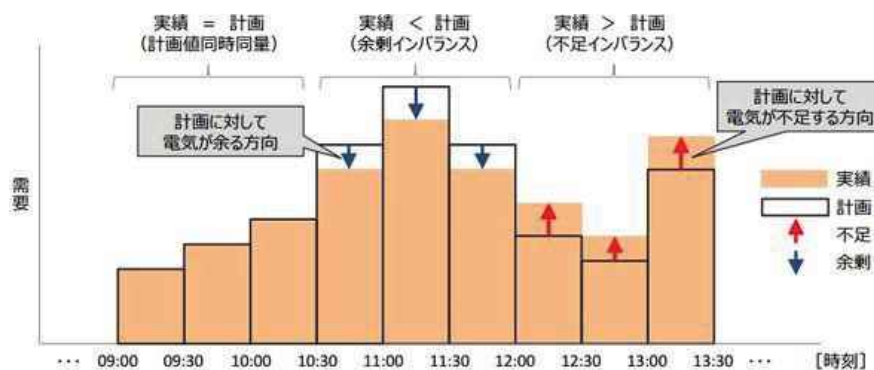


図 I-2-7 計画値同時同量に基づく需要インバランスの発生例（出典：北海道電力）

そこで、地域エネルギー事業における電力需給バランスの実態を踏まえた評価方法として、30分単位における域内の消費電力に対する域内電源の割合を評価するエネルギー地産率の考え方が有効である。

事業内エネルギー地産率の算出方法

【式】事業内エネルギー地産率 = (A') / (B')

需要側の30分単位での消費電力量 (B') に対し、発電側の30分単位での送電電力量のうち需要側の消費電力に充てることができた電力量 (A') の割合

このエネルギー地産率の考え方は、消費電力の電源内訳を30分単位で把握する視点に立つことから、地域エネルギー事業の実態に即した需要側のエネルギー起源CO2排出量や電源の調達コスト等を評価する際の基礎情報として有効であると考えられる。

エネルギー地産率は、需要側から見た地域の再生可能エネルギー等の供給実態を表すが、これに対し、発電側から見て、自らの供給電力がどの程度域内に供給できたかを評価する観点（エネルギー地消率）もある。

地域の再生可能エネルギー等の内、域内の需要家に実際に供給できた電力が少なく、多くを市場売却等に供しているような場合は、せっきくの地産電源を域内で有効に活用するために、例えば需給規模のバランスや30分単位での需給バランスを取り、少しでも地域で活用できるよう工夫する余地があると言える。

事業内エネルギー地消率の算出方法

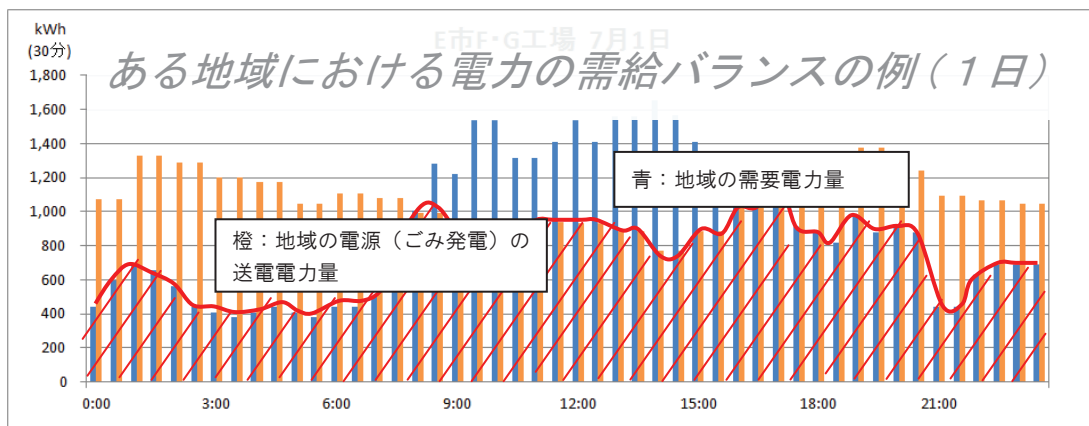
【式】事業内エネルギー地消率 = (A') / (C')

発電側の30分単位での供給電力量 (C') のうち、需要側の30分単位での消費電力に充てることができた電力量 (A') の割合

エネルギー地産率に対して、このエネルギー地消率を補助的な指標として見ることにより、地域のエネルギー地産地消の状況をより包括的に捉えることができる。

<参考 エネルギー地産率・地消率の算出方法>

下のグラフで示したある事業における1日の事業内エネルギー地産率と事業内エネルギー地消率の算出方法を上記のとおり定義した場合、事業内エネルギー地産率は80%になるのに対し、事業内エネルギー地消率は69%となる。



事業内エネルギー地産率 80% (=青と橙が重なる部分(赤斜線)の合計/青合計)

事業内エネルギー地消率 69% (=青と橙が重なる部分(赤斜線)の合計/橙合計)

② 低炭素性

本調査における地域エネルギー事業モデルは、発電側と需要側を1つの地域エネルギー事業者（小売電気事業者）を介してネットワーク化することにより、廃棄物発電の地産地消を実現するものである。

廃棄物発電ネットワークのCO₂削減効果は、主に次の4つの側面で評価することが考えられる。

ア. 個々の施設の発電量の増強によるCO₂削減効果

- ・複数の既存電源が単にネットワーク化するだけでは発電量の増強は発生せず、CO₂削減効果は生じないが、例えば複数施設が統合して一つのごみ発電施設を新たに設置する場合や、メタンガス化施設とのコンバインドにより発電量が増強されるような場合は、ネットワーク全体としての廃棄物発電電力量が拡大し、その分、需要家のエネルギー起源CO₂の削減効果が創出される。
- ・この効果は、仮にネットワーク化を行わない場合でも、日本全体でのCO₂削減効果に寄与する。

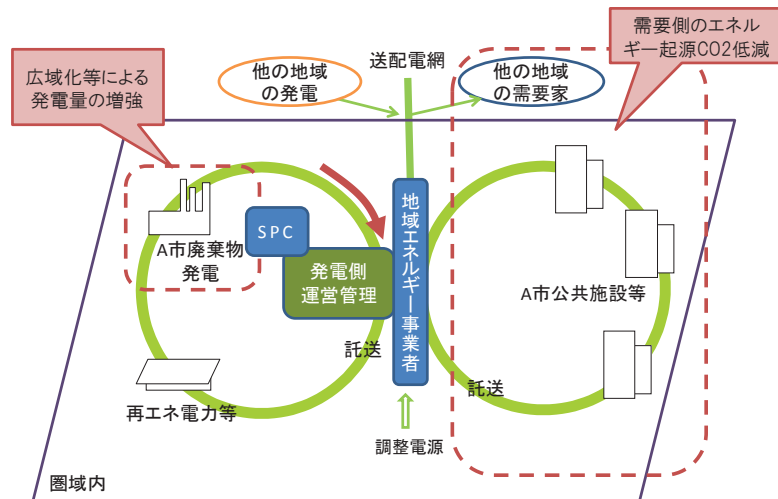


図 I-2-8 発電量増強によるCO₂削減効果の創出イメージ

イ. 地域エネルギー事業者の電気事業者別CO₂排出係数に応じた地域低炭素化

- ・温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度では、小売電気事業者の電気事業者別CO₂排出係数を用いることとされており、この係数は、小売電気事業者が供給（小売）した電気の発電に伴う燃料の燃焼によるCO₂排出量を基本として算出される。
- ・地域エネルギー事業者の排出係数に応じた地域低炭素化とは、需要家側のエネルギー起源CO₂の評価にあたって、小売電気事業者を、既存の電力会社等から廃棄物発電ネットワークの需給管理を担う地域エネルギー事業者に変更することに伴うCO₂削減効果を評価する。
- ・地域エネルギー事業者の電源構成（廃棄物発電の割合、他の再生可能エネルギー電源の割合、FIT電源の割合、市場調達の割合等）に応じて、CO₂削減効果の多寡が定まる。

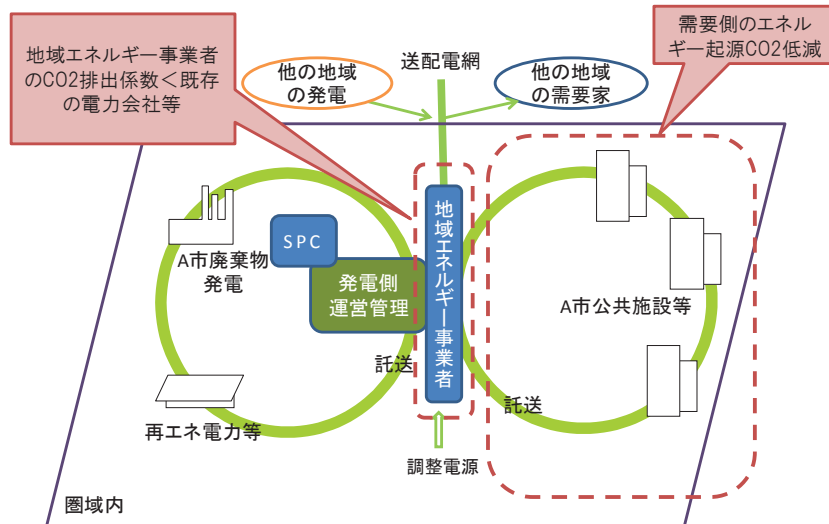


図 I -2-9 地域エネルギー事業者の電気事業者別 CO2 排出係数に応じた CO2 削減効果の創出イメージ

- ・なお、電気事業者別の CO2 排出係数が明らかでない場合は、地域エネルギー事業者が需要家側に供給した電気の電源構成を細かくシミュレーションし、例えば 30 分単位での調達電源の構成に応じて CO2 排出量を評価する方法も考えられる。
- ・発電側の供給電力の特性（発電カーブ）と、需要側の需要電力の特性（需要カーブ）の実際のデータを基に評価するため、例えば、発電側の電力供給量の適正化努力（運転調整等による需要増の時間帯での送電量の確保等）や、地域エネルギー事業者の需給バランスの向上努力、市場調達の抑制努力、地産電源の活用努力などを直に反映した CO2 削減効果を評価することが可能となる。
- ・地域エネルギー事業者が当該地域内の需要家のみを対象とするような場合は、当該地域エネルギー事業者の電気事業者別 CO2 排出係数と同様の考え方で評価となる。

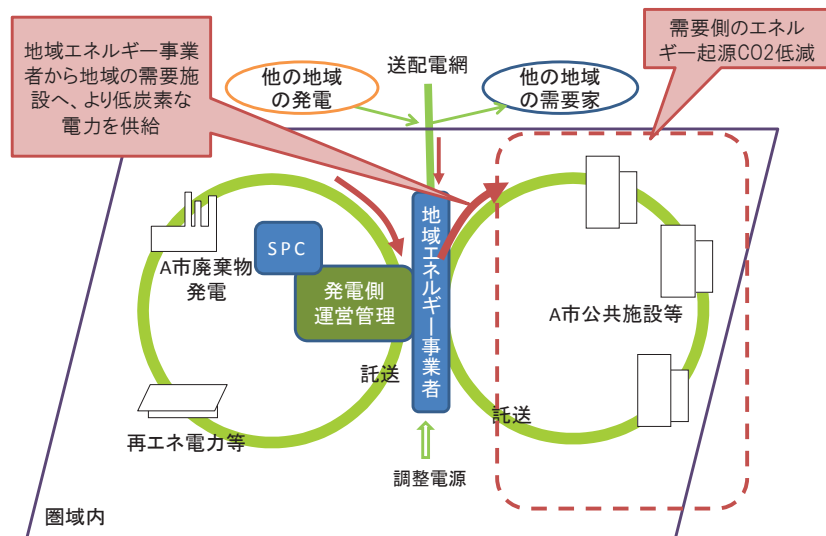


図 I -2-10 需給バランスの工夫による CO2 削減効果の創出イメージ

ウ. ネットワーク運営管理の高度化による CO2 削減効果

- ・ 廃棄物発電ネットワークの運営管理を更に高度化し、蓄電池の導入やデマンドレスポンス等を活用したネットワーク内のエネルギーマネジメントを実現することによって、全体としての消費電力の削減を達成し、その CO2 削減効果を得ることが可能である。
- ・ 導入にあたっては、管理システムの構築や発電側、需要側との協力関係の構築など課題はあるが、今後の CO2 削減を進めるにあたっての一つの重要な視点といえる。

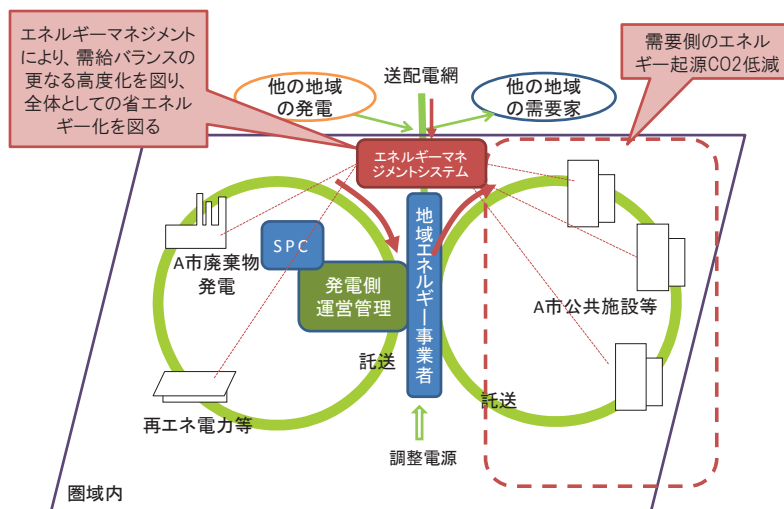


図 I-2-11 ネットワーク運営管理の高度化による CO2 削減効果創出イメージ

(参考) その他

- ・ 地域エネルギー事業に伴う電力の地産地消によって、特定地域内で発電と消費が完結し、系統電力はバックアップとして利用するような場合は、結果として系統に対する負担が相対的に小さいということから、何らかの評価（料金上の手当）を行うことについて検討が進められている。（電力・ガス取引監視等委員会 送配電網の維持・運用費用の負担の在り方検討ワーキング・グループ）
- ・ 今後、電力の地産地消が系統への負担が相対的に少ないという効果が、送電ロスの低減といった観点でも議論されることになれば、送電ロスの低減分を CO2 削減効果として検討することも可能となる可能性があることから、今後の議論の動向を注視する必要がある。

上記ア. については、廃棄物発電施設において何らかの供給電力量の増強が図られた場合にのみ評価が可能であり、廃棄物発電のネットワーク化による地産地消関係の実現のみでは適用できない。

上記イ. については、評価のイメージは下表のとおりであり、評価対象とする事業モデルにおける地域エネルギー事業者（小売電気事業者）の電気事業者別 CO2 排出係数が明らかな場合には適用可能だが、新たな地域エネルギー事業者を立ち上げる場合や、地域エネルギー事業者のあり方そのものを検討する段階では、適用できない。

表 I-2-4 電力購入先事業者の変更に伴う需要側の CO2 排出量削減効果の評価イメージ

【評価手法イ】

		事業開始前	事業開始後
需要側消費電力量	kWh	A	A'
電力購入先事業者の 電気事業者別排出係数	t-CO2 /kWh	B	B'
需要側のエネルギー 起源 CO2 排出量	t-CO2	$A \times B$	$A' \times B'$
イメージ			

電気事業者別の CO2 排出係数が明らかでない場合については、評価のイメージは下表のとおりであり、前述のエネルギー地産率・地消率の考え方を基にした需給バランスを踏まえた評価方法であり、需給の電力量データを用意しシミュレーションすることで、どのようなケースでも評価は可能である。

表 I-2-5 廃棄物発電電力の地産地消事業におけるエネルギー起源 CO2 排出量削減効果の
評価イメージ【電気事業者別の CO2 排出係数が明らかでない場合】

		事業開始前	事業開始後	
需 要 側	廃棄物発電電力購入量	kWh	—	A'
	廃棄物発電に係る CO2 排出量原単位 <small>注1)</small>	t-CO2 /kWh	—	B'
	地域外電力購入量	kWh	C	C'
	地域外電力に係る CO2 排出量原単位 <small>注2)</small>	t-CO2 /kWh	D	D'
	需要側のエネルギー起源 CO2 排出量	t-CO2	$C \times D$	$A' \times B' + C' \times D'$
イメージ				

注1) 発電の用に供された燃料使用に伴う CO2 排出量を発電電力量で除して算出する。

注2) 地域外電力の供給元事業者等の CO2 排出係数とする。

この評価の考え方を採用した場合、地域内の廃棄物発電に係る CO2 排出量が増減しない限り、実質的に、需要側の購入電力のうちの地域外から購入した電力における CO2 排出量の削減幅が評価される。

また、発電側の努力等によって、発電側の CO2 排出量が削減された場合は、事業全体における CO2 削減効果の一部として評価することができる。(発電側で発電した電力量のうち、地域内の需要側で消費しきれない部分については、地域外の需要家へ供給されるか又は市場売却されることになる。この場合、地域外の需要家等における他の電力からの代替による CO2 排出量削減効果が発生

するが、ここでの評価の考え方からいえば、この効果は、供給先需要家の CO2 削減効果（表VI-2でいう「外部購入電力 CO2 排出係数」の低減）として位置づけられるため、本地域エネルギー事業の CO2 削減効果では評価対象外となる。）

上記ウ．については、エネルギーマネジメントにより、実際にどの程度の省エネ効果が図られたかについてシミュレーションすることができれば、どのような場合にも評価は可能である。

上記ア．～ウ．のいずれの評価方法を採用又は組み合わせて評価するかについては、評価対象とする地域エネルギー事業の特性や、評価実施段階の事業の熟度等に応じて選択することが重要である。

③ 経済性

地域への経済的効果に関する評価項目は、
電力コストについて

- ・従来よりも需要側の電力コストが削減されるか
- ・発電側の収益も含め、事業全体としてのメリットはあるか

経済波及効果として

- ・雇用の創出は期待できるか
 - ・地域経済の循環を促進する（経済波及効果が期待できる）事業となっているか
- 等が挙げられる。

ア. 電力コストについて

地域エネルギー事業においては、まず需要側に対して従来よりも安価な電力供給を行うことが主眼となるが、行政が何らかの関与をして公共の電源から公共の需要施設へと電力供給を行う場合は、需要側の電力コストが削減されるメリットだけではなく発電側の収益性のメリットも併せて地域全体の電力コストを評価することが必要である。

従来の電力会社等から地域規模の小売電気事業者（地域エネルギー事業者）に契約変更する場合、需要側の電力コストは、従来より安い単価となることが期待される。また、清掃工場等の発電側の売電先を地域エネルギー事業者に変更する場合にも、従来と同等もしくは従来より高い単価となることができれば、次図に示すとおり、発電側の収益も含め、事業全体として経済性を高めることが可能となる。



図 I-2-12 事業全体の経済性の評価の考え方

《評価方法》

地域全体の電力コスト評価値（C）の値が大きいほど事業全体の電力コストによる経済性は高くなる。

《式》 $(C) = (A) + (B)$

- ・需要側の消費電力コスト：（従来コスト）－（事業導入後コスト）＝（A）
- ・発電側の売電収入額：（事業導入後収入額）－（従来の収入額）＝（B）
- ・地域全体の電力コスト評価値：（C）

イ. 経済波及効果について

地域エネルギー事業を導入した場合の地域内のエネルギーに係る資金の動きの変化を次図に示す。

従来の全国規模の電力会社等を介して電力を売買する場合を考えると、需要側の電気料金は地域外への支出、清掃工場の売電収入は地域外からの収入となり、地域内雇用者の賃金と消費を通してのみ地域内循環資金へと繋がっていると考えることができる。

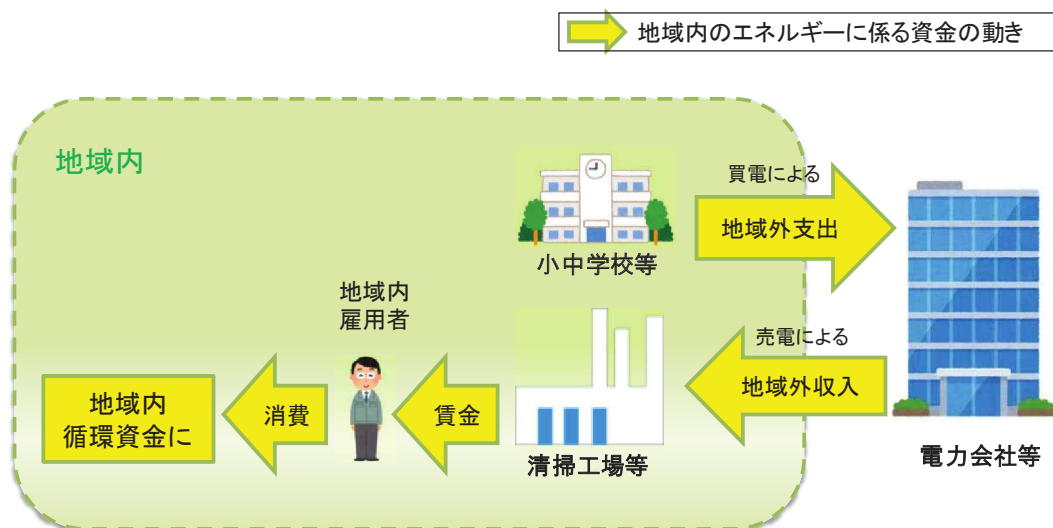


図 I-2-13 全国規模の電力会社等の場合の地域内のエネルギーに係る資金の動き

一方、地域内に拠点を置く地域エネルギー事業者の場合、市場調達等に係る資金が地域外支出となるが、その他のエネルギーに係る資金は地域内循環資金と考えることができる。

地域エネルギー事業者はより効率的な事業運用のために地域内で扱う電力量を増やそうとするため、発電側（清掃工場等）と需要側（学校・公共施設等）は最適な規模まで拡大することが期待される。

このことより、地域エネルギー事業の導入は、地域内の再生可能エネルギーの導入や未利用エネルギーの開発等を進めるインセンティブにもなり得ると考えられる。

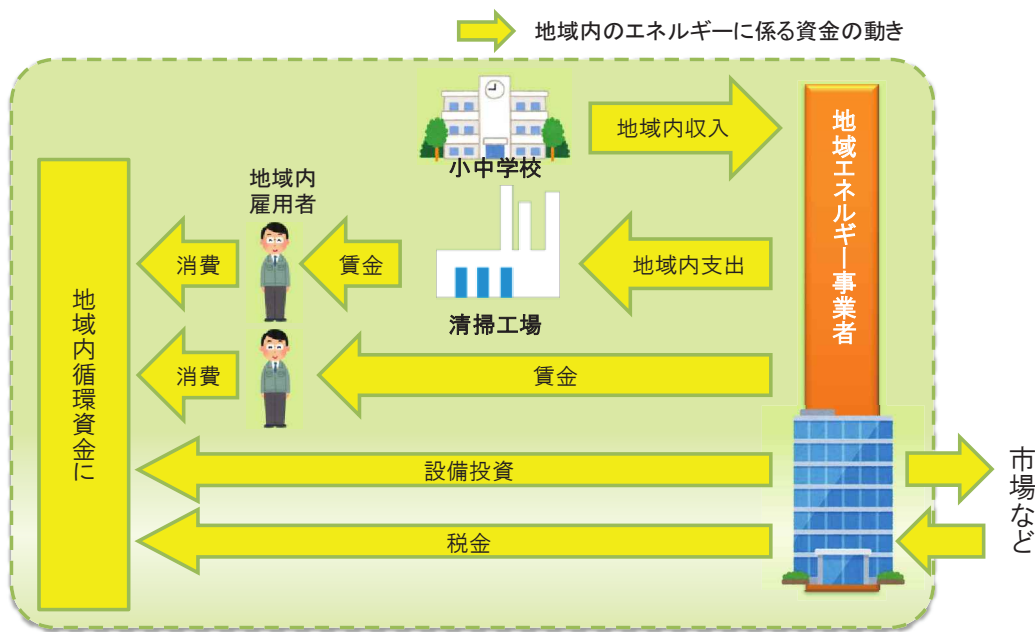


図 I -2-14 地域エネルギー事業者の場合の地域内のエネルギーに係る資金の動き

以上から、地域エネルギー事業の導入により、地域内では次のような経済効果が生まれることが期待される。

- ・地域外支出の減少、地域内循環資金の増加
- ・地域内循環資金の増加による地域産業への波及効果
- ・雇用の増加
- ・地域内に地域エネルギー事業の事務所が設置されることによる税収の増加

《評価方法》

地域内への経済波及効果は、地域エネルギー事業者の拠点（立地）や電力の調達先・供給先によって異なる。本検討では、地域外の電力会社等と電力を売買する体制に対し、地域内に拠点を置く地域エネルギー事業者を介して電力をやり取りする場合の経済波及効果を評価することとなる。

経済波及効果の考え方として、本検討では企業立地の考えに基づいて経済波及効果を検討した。一般的な企業立地による経済波及効果の測定の場合、測定対象は①企業の立地に伴う建設投資による効果、②企業の立地に伴う機会等設備投資による効果、③企業の操業（生産活動）による効果の3つである。

本検討における新規の地域エネルギー事業による地域経済への影響は、

- ・地域内に事務所を設置することによる設備投資費…上記②に該当
- ・新規の雇用…上記③に該当

であると仮定し、この2点について検討した。

表 I-2-6 立地企業の業種による地域への経済波及効果

	地域への経済波及効果※	(例) 電子機器工場	地域 エネルギー事業者
操業前 効果	①企業の立地に伴う建設投資による効果	○	×
	②企業の立地に伴う設備投資による効果	○	○
操業後 効果	③企業の操業（生産活動）による効果	○	○

※企業立地による経済的な波及効果としては、企業立地に伴う地方税収入増加による効果、企業立地促進のための補助金や公共投資による効果も考えられるが、本検討では測定の対象としない。

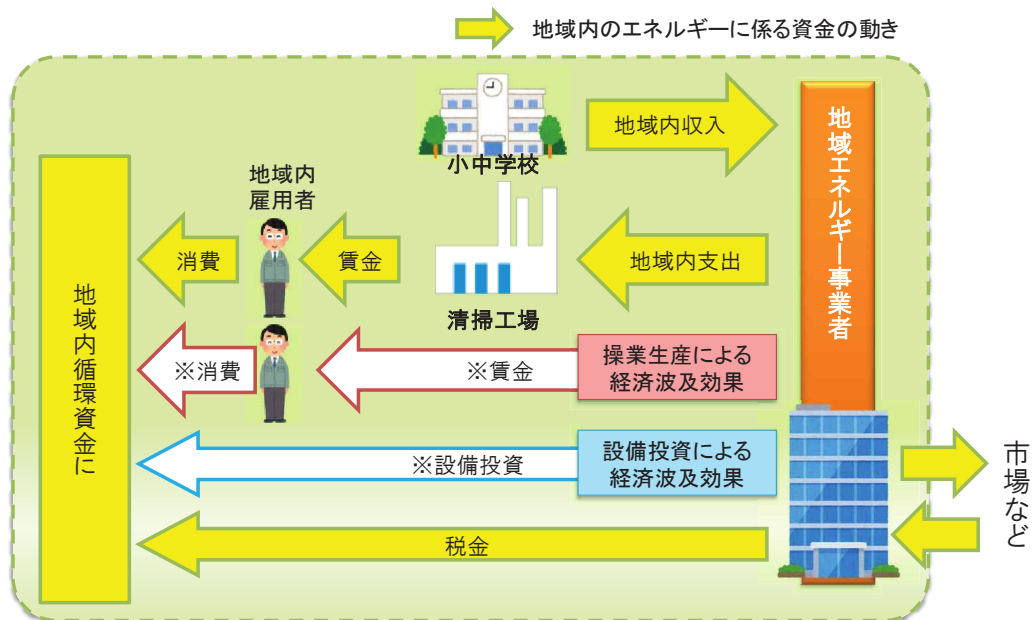


図 I-2-15 経済波及効果の測定対象※

経済波及効果分析の算出の流れ（フローチャート）を以下に示す。

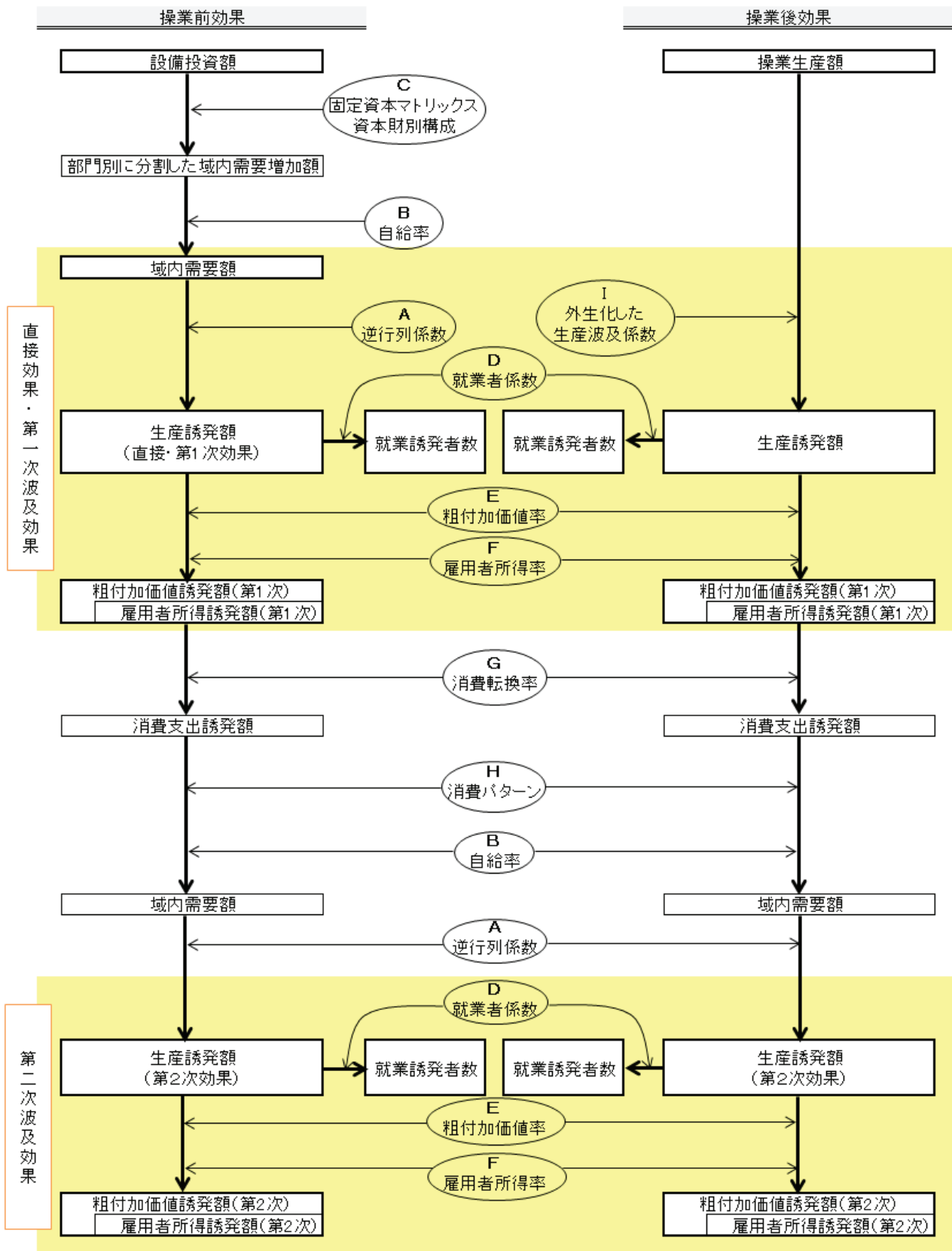


図 I-2-16 経済波及効果分析の算出の流れ

経済波及効果の算出にあたって用いる係数は、以下のとおりである。

- A 逆行列係数： 生産波及を求める係数
- B 自給率： $1 - (\text{各産業の移輸入額} / \text{各産業の域内需要額})$
- C ≪設備投資≫資本財源別構成（小売業）^{注1)}：全国表固定資本マトリックス（民間）の小売業の資本財別構成（平成17年産業連関表 付帯表より）
- D 就業者係数（人／万円）： 各産業の就業者総数／各産業の域内生産額
- E 粗付加価値率： 各産業の粗付加価値額計／各産業の域内生産額
- F 雇用者所得率： 各産業の雇用者所得／各産業の域内生産額
- G 消費転換率： 消費支出÷実収入（総務省公表平成27年家計調査より）
- H 消費パターン： 民間消費支出の産業別構成比
- I ≪操業生産≫外生化した生産波及係数^{注2)}：逆行列係数表(A)の「卸売・小売業」^{注1)}の列において、各部門の逆行列係数を「卸売・小売業」^{注1)}の逆行列係数で除した係数

注1) 地域エネルギー事業は卸売・小売部門とした。取り扱う対象物は電気であるものの、業態としては卸売・小売に類すると考えられたためであるが、今後、産業分類上での定義が定まった場合には、当該分類での評価を行う必要がある。

注2) 一般には、企業の属する産業部門を産業連関表の内生部門から除いた外生化逆行列係数表を作成する必要があるが、ここでは簡略的な方法として、逆行列係数表において当該産業の行と列の交点で列の各係数を除したものを使う簡略計算法によって計算することも可能である。

上記の係数作成にあたっては、注記に示すものの他は環境省提供「地域経済循環分析用データ」市町村別の産業連関表、地域経済計算及び人口・就業関連データを用いることが可能である。福島市を例に本調査で作成した係数を次表に示す。

《設備投資》

福島市

波及効果測定に使う係数等

↓全国表固定資本マトリックスより

波及効果分析に用いる係数(設備投資)

	逆行列係数	自給率	資本財別構成 (小売業)	就業者係数 (人/万円)	粗付加価値率	雇用者所得率	消費パターン
	A	B	C	D	E	F	H
農林水産業	22×22の 正方行列	0.259727	0.00000	0.0036826	0.526194	0.197166	0.013582
鉱業		0.009233	0.00000	0.0002888	0.446859	0.418708	0.000000
食料品		0.318681	0.00000	0.0006421	0.55553	0.17791	0.094087
繊維		0.1582	0.00056	0.0246291	0.415189	0.706456	0.012677
パルプ・紙		0.336705	0.00703	0.0003857	0.316672	0.549458	0.001614
化学		0.313005	0.00000	0.0001453	0.334612	0.392376	0.009527
石油・石炭製品		0.013291	0.00000	0.0005115	0.373645	0.423358	0.024202
窯業・土石製品		0.589164	0.00000	0.0002607	0.44109	0.544603	0.000764
一次金属		0.312335	0.00000	8.713E-05	0.244435	0.521451	0.000258
金属製品		0.354379	0.00791	0.0004251	0.476925	0.693906	0.00112
一般機械		0.309092	0.15260	0.0019455	0.432083	0.701275	0.000397
電気機械		0.562579	0.03395	0.0001347	0.240138	0.655477	0.02407
輸送用機械		0.031979	0.12322	0.0326002	0.247848	0.655178	0.019839
その他の製造業		0.33279	0.07104	0.0004695	0.363057	0.638866	0.014008
建設業		0.336267	0.27818	0.0012058	0.501002	0.785437	0.000000
電気・ガス・水道業		0.732515	0.00000	0.0001338	0.550716	0.256477	0.036176
卸売・小売業		0.612216	0.15834	0.0014646	0.697513	0.658438	0.167349
金融・保険業		0.800829	0.00000	0.0004113	0.673742	0.468292	0.050595
不動産業		0.593074	0.00000	0.0001476	0.926177	0.019969	0.205953
運輸・通信業		0.688688	0.15284	0.0004112	0.527688	0.615557	0.08529
公務		0.94345	0.00000	0.0004364	0.67319	0.590412	0.003064
サービス業		0.715121	0.01435	0.0012787	0.628128	0.691586	0.235456
内生部門計	0.567353	1.00000	0.0007303	0.556662	0.537415	1.00000	
家計外消費支出(行)							
雇用者所得				消費転換率	G	0.5488	
その他所得							
粗付加価値部門計							
地域内生産額							

《操業生産》

福島市

波及効果測定に使う係数等

波及効果分析に用いる係数(操業生産)

	逆行列係数	自給率	外生化した 生産波及 係数	就業者係数 (人/万円)	粗付加価値率	雇用者所得率	消費パターン
	A	B	I	D	E	F	H
農林水産業	22×22の 正方行列	0.25973	0.00125	0.00368	0.52619	0.19717	0.01358
鉱業		0.00923	0.00003	0.00029	0.44686	0.41871	0.00000
食料品		0.31868	0.00156	0.00064	0.55553	0.17791	0.09409
繊維		0.15820	0.00075	0.02463	0.41519	0.70646	0.01268
パルプ・紙		0.33670	0.00861	0.00039	0.31667	0.54946	0.00161
化学		0.31300	0.00355	0.00015	0.33461	0.39238	0.00953
石油・石炭製品		0.01329	0.00019	0.00051	0.37364	0.42336	0.02420
窯業・土石製品		0.58916	0.00097	0.00026	0.44109	0.54460	0.00076
一次金属		0.31233	0.00113	0.00009	0.24443	0.52145	0.00026
金属製品		0.35438	0.00278	0.00043	0.47693	0.69391	0.00112
一般機械		0.30909	0.00041	0.00195	0.43208	0.70128	0.00040
電気機械		0.56258	0.00251	0.00013	0.24014	0.65548	0.02407
輸送用機械		0.03198	0.00004	0.03260	0.24785	0.65518	0.01984
その他の製造業		0.33279	0.01588	0.00047	0.36306	0.63887	0.01401
建設業		0.33627	0.00168	0.00121	0.50100	0.78544	0.00000
電気・ガス・水道業		0.73251	0.02739	0.00013	0.55072	0.25648	0.03618
卸売・小売業		0.61222	1.00000	0.00146	0.69751	0.65844	0.16735
金融・保険業		0.80083	0.04381	0.00041	0.67374	0.46829	0.05059
不動産業		0.59307	0.01170	0.00015	0.92618	0.01997	0.20595
運輸・通信業		0.68869	0.10497	0.00041	0.52769	0.61556	0.08529
公務		0.94345	0.00000	0.00044	0.67319	0.59041	0.00306
サービス業		0.71512	0.08050	0.00128	0.62813	0.69159	0.23546
内生部門計	0.56735		0.00073	0.55666	0.53741	1.00000	
家計外消費支出(行)							
雇用者所得				消費転換率	G	0.5488	
その他所得							
粗付加価値部門計							
地域内生産額							

以上より、地域エネルギー事業の経済波及効果について、直接・第1次波及効果と第2次波及効果を算出する。

直接・第1次波及効果：波及の基となる効果を直接評価といい、その直接効果により新たに生じる原材料等の中間需要を満たすための生産波及を一次波及効果という。

第2次波及効果：直接効果及び第1次波及効果により誘発された雇用者所得が、消費に転換されることにより誘発される県内生産額を測定範囲とする。

算出の結果のイメージは下表のとおりであり、縦軸に並べた業種ごとに直接・第1次波及効果、第2次波及効果が算出され、総合評価欄の合計値が地域エネルギー事業（卸売・小売業と設定）の地域内立地、事業活動実施に伴う地域への経済波及効果となる。

表 I-2-7 結果のイメージ

操業生産による波及効果

(単位:百万円,人)

	直接・第1次波及効果(a)				第2次波及効果(b)				総合評価(c) = (a)+(b)					
	生産誘発額	粗付加価値誘発額	雇用者所得誘発額	就業者誘発数	域内需要増加額(消費支出誘発額)	域内産品需要増加額	生産誘発額	粗付加価値誘発額	雇用者所得誘発額	就業者誘発数	生産誘発額	粗付加価値誘発額	雇用者所得誘発額	就業者誘発数
農林水産業														
鉱業														
食料品														
繊維														
パルプ・紙														
化学														
石油・石炭製品														
窯業・土石製品														
一次金属														
金属製品														
一般機械														
電気機械														
輸送用機械														
その他の製造業														
建設業														
電気・ガス・水道業														
卸売・小売業														
金融・保険業														
不動産業														
運輸・通信業														
公務														
サービス業														
計														

④ 経済面以外の社会的貢献性を評価

地域エネルギー事業の地域貢献効果には、経済的な物差しで測れない付加価値も存在する。

平成 27 年度調査では、廃棄物発電の地産地消という特色を活かし、需要側の小学校児童に対する環境教育プログラムを考案し、試行実施を行った。自らの生活（ごみの排出）と地域のエネルギー（廃棄物発電）との関わりを学ぶことで、よりよい生活者としてのあり方を見つめる契機ともなる教育プログラムの実践は、地域エネルギー事業の一つの社会貢献の側面として評価することが可能である。（同教育プログラムの普及拡大に向けては、Ⅲ章において検討結果を参照。）

また、地域エネルギー事業における電力利用データ等を活用した需要家への生活支援サービスも、各地で見られるようになっており、地域エネルギー事業の公共的価値の醸成につながっていると考えられる。（下表に事例）

こうした地域貢献効果について、数値的に評価することは難しいが、地域エネルギー事業の公共的価値の一側面として、評価の際には十分に留意することが重要である。

表 I-2-8 電力利用データを活用した生活支援サービス

No.	区分	サービス	内容（案）	地域連携
1	高齢者支援	見守り支援サービス	高齢者の電気使用状況をウォッチし、生活パターンに異変が見られた場合、地域の医療機関や介護センターへ連絡が入る仕組み。孤独死問題にも対処ができる。	○
2	高齢者支援	介護予防サービス	高齢者の運動機能改善を目的に、運動トレーニングの映像を流す、運動プログラムを提供する。	○
3	高齢者支援	買物代行サービス	虚弱高齢者を対象に、買い物を代行するサービス。	△
4	高齢者支援	栄養診断サービス	高齢者向け食育。低栄養予防のワンポイントアドバイス等を行う。	○
5	健康管理	万歩計ポイント	地域住民へ万歩計を貸出し、年齢に応じた達成歩数分ポイントを付与するサービス（ポイントは、例えば地域振興券や季節のお花などに換えられる）。	△
6	子育て支援	新米ママさん支援	新米ママさんに向けた子育てに関するコンテンツの配信サービス。地域のベテランママさんからのアドバイス配信も可。	△
7	子育て支援	育メン支援	子供の父親が、積極的に子育てを楽しむためのメニューやロールモデルを紹介する。	△
8	共通	市からのお知らせ	市からの情報配信。	○
9	共通	献立作成サービス	季節のおすすめメニューの配信など。	△
10	共通	電子図書館	公共図書館における電子書籍の貸出しサービス（電子図書館）	○
11	共通	アンケートサービス	地域住民の要望や町づくりの満足度調査などに利用。 夏場、快適に過ごすためのアイデア募集などにも使用可能。	○

12	共通	地元商店街連携サービス	電力のピーク時などに、来店ポイントを付与する。貯めたポイントは地元商店街で使用できるクーポンに換えられる。地域活性化にも繋がるサービス。	△
13	共通	市バス運行状況 など	地域のくらしに関わる情報を配信。	△

(平成27年度北九州市における廃棄物発電のネットワークに関する実現可能性調査委託業務報告書より)

(3) 事業全体としての総合的な評価の考え方

地域エネルギー事業の事業性と地域貢献性について、特に行政が何らかの関与を行う事業モデルの場合には、事業性か地域貢献性かいずれか一方に偏るのではなく、事業性、地域貢献性ともにバランスよく確保できることが重要である。健全な事業運営を確保できるだけの事業性を確保しつつ、地域貢献性もしっかりと高めていくことが、地域エネルギー事業の公的価値を高めていくことにつながると考えられる。

事業全体として事業性と地域貢献性を総合的に評価する方法として、例えば下図のように事業性と地域貢献性の各指標を10段階で評価し、下図のようなレーダーチャートによって視覚的に事業全体のバランスを評価する方法が考えられる。

各指標の10段階の評価尺度をどのように設定するかは、様々な議論があるところと考えられるが、各地域エネルギー事業の特色や関与する行政の考え方を基に適宜重み付けをすることによって、よりよい地域エネルギー事業の評価につながるものと考えられる。

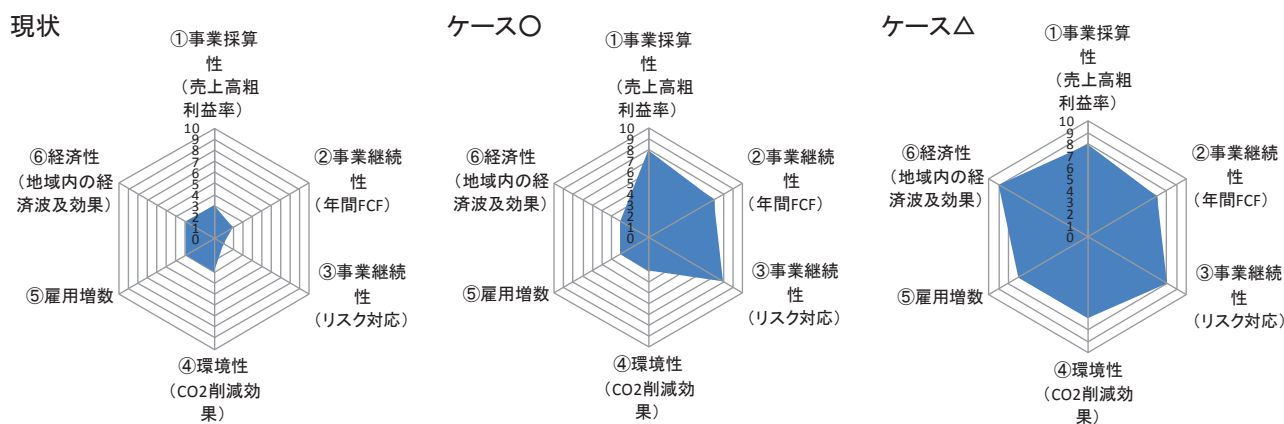


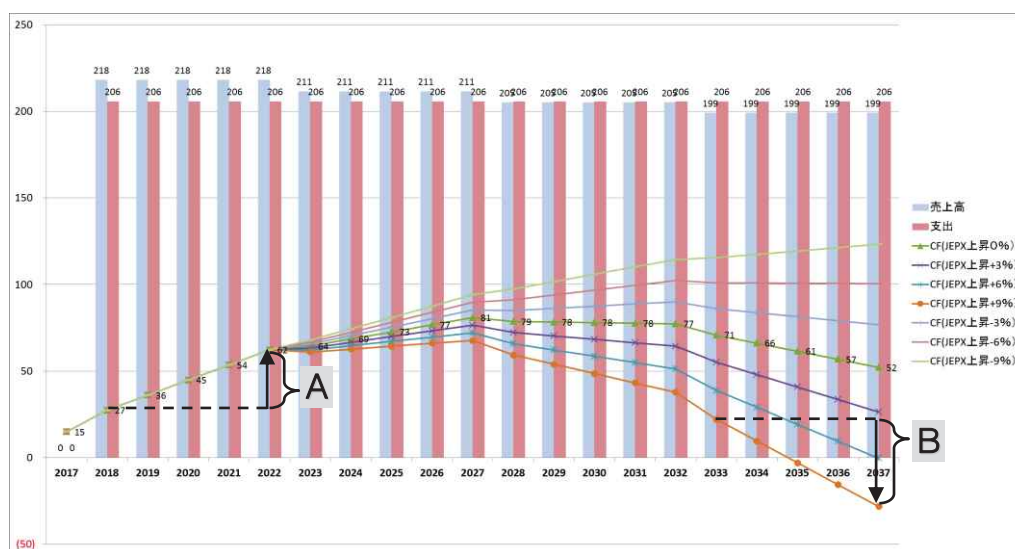
図 I-2-17 地域エネルギー事業の総合的な評価のアウトプットイメージ

本調査において、福島市の事業モデルを例に設定した総合強化の尺度の例を下表に示す。

表 I -2-9 各指標の10段階の設定

評価点	①	②	③	④	⑤	⑥
	事業採算性 売上高粗利益率 %	事業継続性 年間 CF 百万円	事業継続性 長期的な リスク影響度 ^{注)} %	環境性 CO2 削減量 t-CO2	経済性 雇用増数 人	経済性 地域内経済波及 効果 億円
10	19~	50~	-40~	7000~	10~	10~
9	17~19	45~50	-60~-40	6000~7000	9	9~10
8	15~17	40~45	-80~-60	5000~6000	8	8~9
7	13~15	35~40	-100~-80	4000~5000	7	7~8
6	11~13	30~35	-120~-100	3000~4000	6	6~7
5	9~11	25~30	-140~-120	2000~3000	5	5~6
4	7~9	20~25	-160~-140	1000~2000	4	4~5
3	5~7	15~20	-180~-160	500~1000	3	3~4
2	3~5	10~15	-200~-180	0~500	2	2~3
1	~3	~10	~-200	0	~1	~2

注) 20年後の経営状況について、長期的なリスク影響（市場単価変動+9%/5年等）による年間CFの変化割合を指標として評価した値。 ≪式≫長期的なリスク影響度 = (B-A) / A (下図参照)



(例) 事業継続性の分析結果

3. 事業評価手法の提案

前項で検討した各評価項目について、評価の目的、評価方法、評価にあたっての留意点を下表のとおり一覧に整理する。

表 I-2-10 事業評価指標の整理一覧

評価項目		評価の目的	評価方法	評価にあたっての留意点	
事業性	①事業採算性	事業そのものの成立可能性を評価	事業規模等の条件設定下でのシミュレーション		
	②事業継続性	関連諸制度変更、燃料調整費の変更や市場価格の変動などの長期的な視点でみた場合の様々なリスクへの対応可能性について評価	長期的なリスク要素の変動を見込んだシミュレーション	リスク要素の設定	
地域貢献性	①エネルギー地産地消性	地産エネルギーの供給量や有効利用量を評価	事業内エネルギー地産率 《式》 地域内供給電力量 / 消費電力量		
			事業内エネルギー地消率 《式》 地域内供給電力量 / 送電電力量		
	②低炭素性	CO2 の削減効果を評価	需要側におけるエネルギー起源 CO2 の削減量を評価		
	③経済性	電力コスト	事業実施による電力コスト削減効果を評価	《式》(需要側消費電力コストの削減額) + (発電側売電収入の増加額)	需要側の電力コストに発電側の収益性を含めた事業全体のメリットを評価
		地域経済波及効果	事業実施による地域経済への波及効果を評価	・雇用創出効果を算出 ・地域内を拠点とする地域エネルギー事業者の設備投資や生産活動による効果を算出	
④社会貢献性	事業が持つ社会貢献的な側面を評価	・環境学習支援 ・需要家への生活支援サービス	地域の実情に沿ったサービスを評価		

II. 廃棄物発電に係る需給管理システムの高度化と検証

1. 概要

計画値同時同量制度に対応し、計画値と実績値との乖離（インバランス）を抑制するためには、発電側の送電電力量、需要側の消費電力量を予測し、計画値の精度を向上させていく必要がある。送電電力量は、発電電力量から所内消費電力量を減じたものであり、送電電力量の予測には、発電電力量及び所内消費電力量の双方の予測精度向上が必要となる。

昨年度調査においては、所内消費電力量の予測精度を向上することにより、送電電力量の予測精度を向上させるアプローチを検討し、机上でのシミュレーションの結果として、通年/月間平均で30%の所内需要起因のインバランス発生量の削減につながるなどの試算を得た。

この高度化予測手法の現場への導入にあたっては、リアルタイムでの実績データを共有する仕組みの構築、分析予測式に必要な各種情報の共有の仕組みの構築、日々の計画変更や突発に対応するコミュニケーションツール等の一連のシステム化が必要となる。

さらに、所内需要に加え、発電端インバランスの低減ができれば、より安定した電力供給を行える施設となり、ごみ発電施設の“地域のエネルギー拠点化”に資する可能性がある。

そこで、今年度調査においては、実際の現場でより効率的な需給予測管理が行えることを目的とし、高度化予測分析式のシステム化及び従来の給電管理システムとのパッケージ化（下図A）と汎用性の高い連携インフラシステムの構築（下図B）について検討をおこなった。

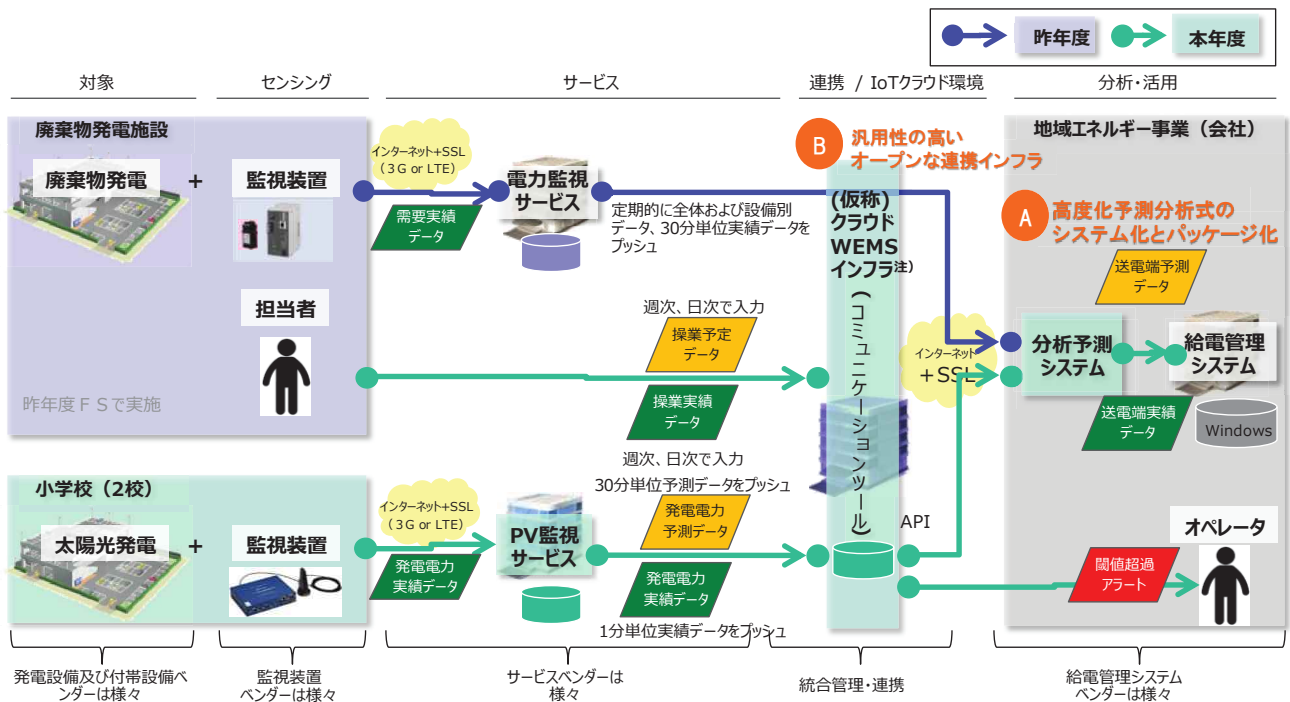


図 II-1 廃棄物発電に係る需給管理高度化システムの全体概要

注) 仮称クラウドWEMS (Waste Energy Management System) インフラとは、異なる設備、装置、ソフトウェア等を連携し、事業者間でのサービス、データ連携、を柔軟に可能にするシステムインフラであり、今後の電力需給管理におけるコミュニケーションツールの基盤となる。

それぞれの必要な機能・システム化要件は以下の通り設定した。

A. 高度化予測分析式のシステム化及び給電管理システムとのパッケージ化

地域エネルギー会社のインバランス低減効果を高める発電予測高度化管理システム

- ・発電と所内需要の監視データ連携システム
- ・送電端電力の予測システム
- ・需要及び他の再生可能エネルギー発電への予測システムの応用

B. 汎用性の高い連携インフラシステムの構築

- 清掃工場運営担当者と給電管理オペレーターをつなぐワークフロー管理&コミュニケーションツールの開発

- ・清掃工場運営担当者側が予測に必要なデータを入力できるコミュニケーションツール
- ・閾値設定によるエラー管理

- 普及展開に向け拡張性のあるインターフェース仕様でシステム構築

- ・各システム間をつなぐインターフェースの仕様を標準規格をベースに整理し、メーカーに依存しない形で情報連携を可能にする

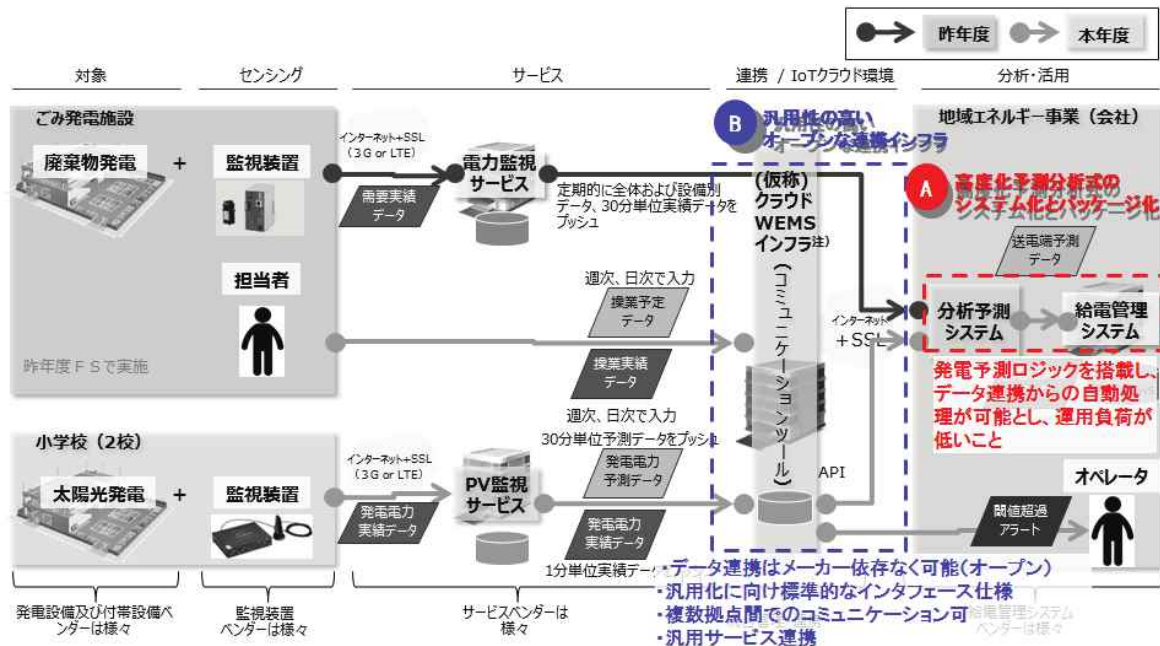


図 II-2 普及・汎用化に向けたシステムを構築

2. 需給管理システム化と検証

地域エネルギー事業における高度予測管理手法を現場へ適用していくため、発電予測管理システム化の構築とその検証を行った。高度化予測システムの流れは下図のとおり。

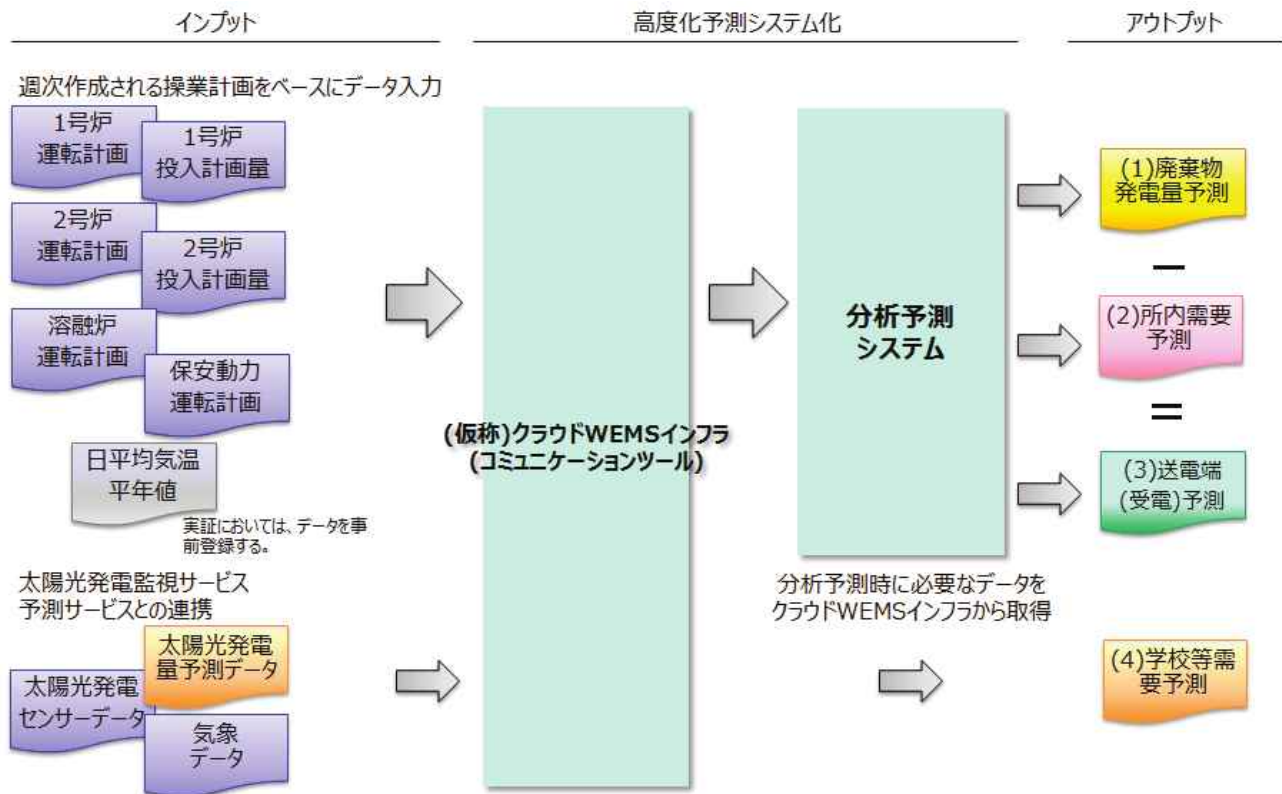


図 II-3 高度化予測システムの流れ

(1) 高度化予測分析

1) 発電側高度化予測ロジックの設定

2015年4月～2016年3月のごみ焼却量、発熱量、発電電力量、所内消費電力量、送受電電力量、日平均気温の実績データを統計分析し、高度化予測ロジックの設定を行った。

昨年度調査で設定した所内需要電力量の予測ロジックも改めて見直すとともに、発電電力量についてもデータ分析による予測ロジックの設定を行った。

① 予測式の設定

ごみ発電施設の送受電電力量（発電施設と小売電気事業者がやり取りする電力量）を高精度に予測するためには、発電電力量及び所内消費電力量の双方の予測精度向上が必要である。ここでは、送受電電力量の予測式（ア）を下記の通り設定する。

$$p = g - l \quad \dots (ア)$$

（ $p \geq 0$ のとき送電、 $p < 0$ のとき受電）

p : 送受電電力量 [kWh]
 g : 発電電力量 [kWh]
 l : 所内消費電力量 [kWh]

② 発電電力量の予測ロジック

過去データの統計分析の結果、発電電力量 (g) は入熱量の関数として予測式 (イ) が得られた。

$$g = -168 + 2.28 \times 10^4 \times H \quad \dots (イ)$$

H : 30分入熱量 [kcal]

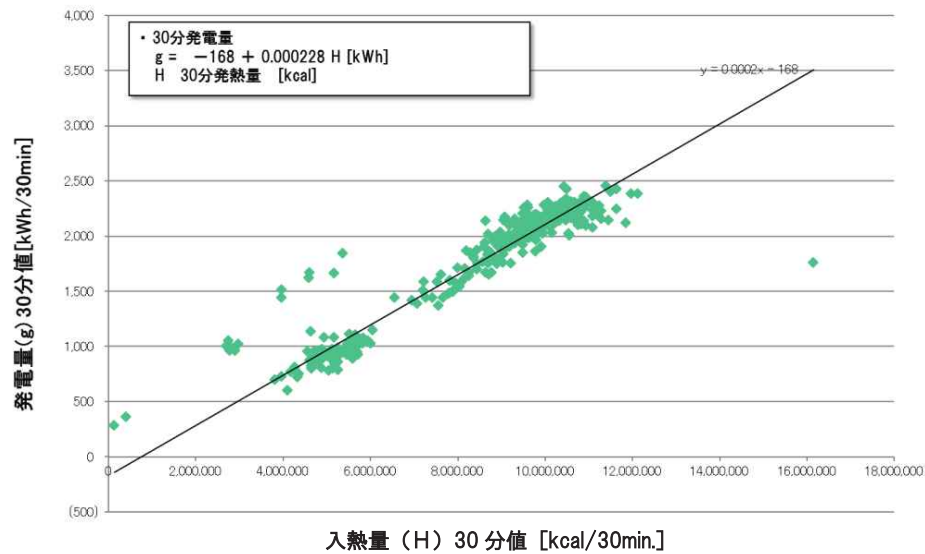


図 II-3 発電量と入熱量の関係 (実績データ)

入熱量 (H) はごみ焼却量とごみ発熱量の関数として予測式 (ウ) より導かれる。ごみ発熱量 (q) については年間変動を考慮し、標準値と日平均気温が一定より高い場合の補正係数を設定した (エ)。

$$H = q \times m \quad \dots (ウ)$$

m : 30分ごみ焼却量 [kg]
 q : ごみ発熱量 (30分毎の値) [kcal /kg]

(標準値と補正係数の設定)

$$q = Q_0 \quad \dots \text{日平均気温が} 15^\circ\text{C} \text{以下の場合}$$

$$Q = Q_0 - k(T_N - 15) \quad \dots (エ) \quad \dots \text{日平均気温が} 15^\circ\text{C} \text{を超える場合}$$

Q : ごみ発熱量 (日ごとの値) [kcal /kg]

Q_0 : ごみ発熱量デフォルト値 [kcal/kg] (=2,225)

k : ごみ発熱量補正係数 (=60.00)

T_N : 日平均気温平年値 (アメダス福島) [°C]

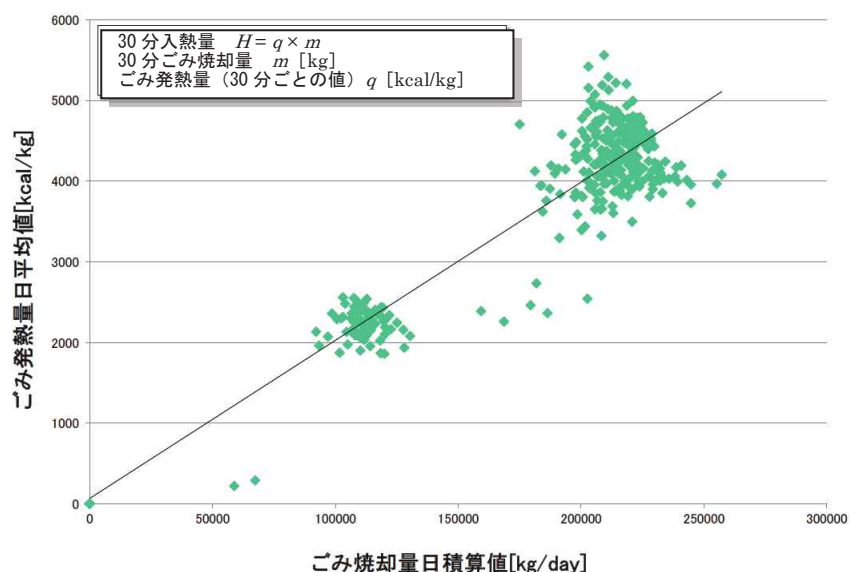


図 II-4 発熱量とごみ焼却量の関係 (実績データ)

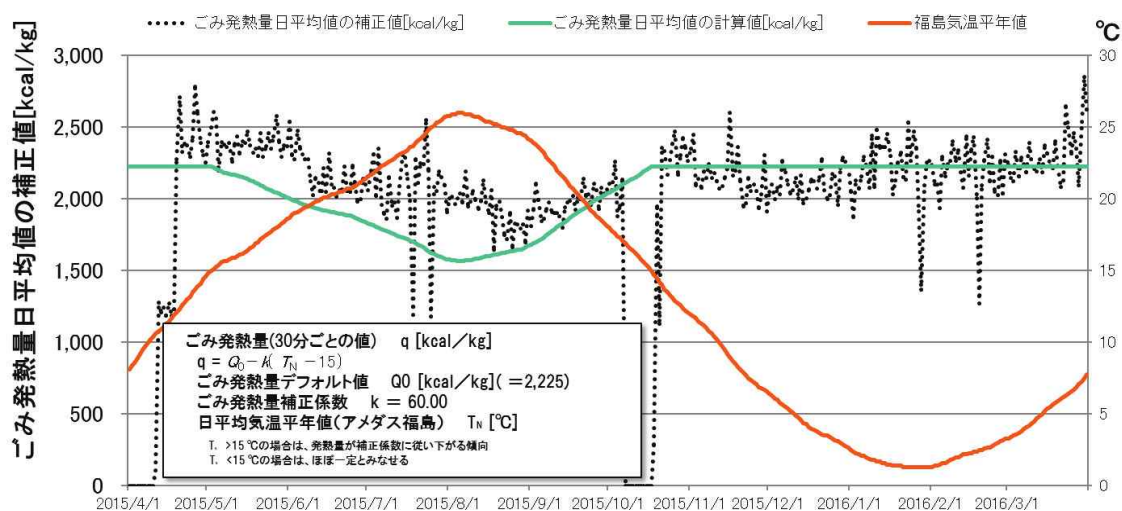


図 II-5 ごみ発熱量日平均値の補正

③ 所内電力量の予測ロジック

昨年度調査では、各所内設備 (プラント動力、灰溶融、保安用動力、資源化工場、建築動力、建築照明) の消費電力量の実績データとごみ焼却処理に関する各種情報 (運転炉数、総熱量 (入熱量)) との関係性を分析し、各所内設備の消費電力量を予測する手法を用いた。

今年度調査では、所内総消費電力量の変動は、灰溶融負荷・プラント動力負荷・保安用動力負荷に依存するものとし、他の要因は定数とした。プラント動力負荷はごみ焼却量の関数として、灰溶融炉は稼働／非稼働で、また、保安用動力負荷は、4段階の運用強度によって予測されるとした。

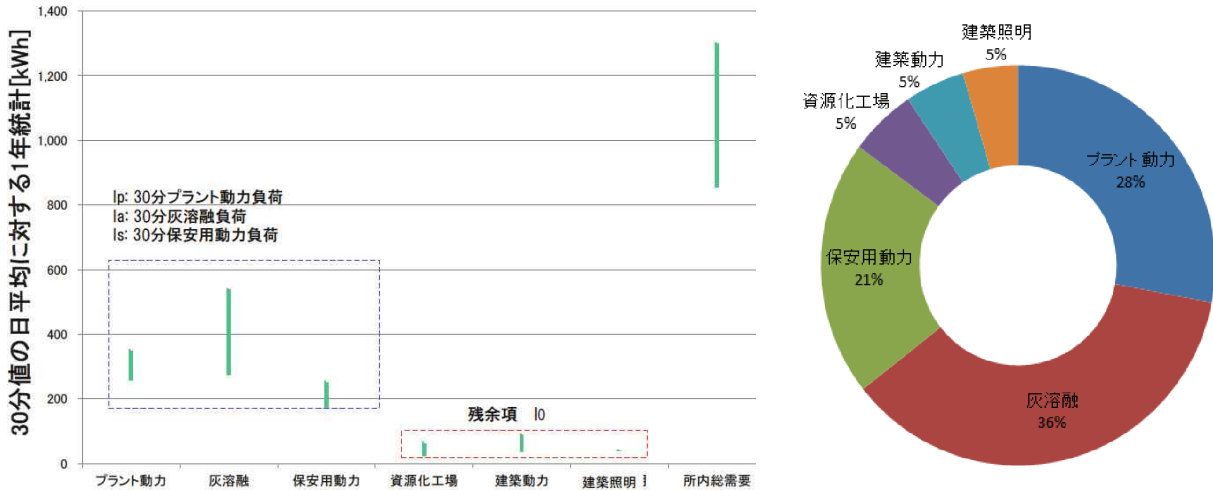


図 II-6 所内消費電力量を構成する諸負荷

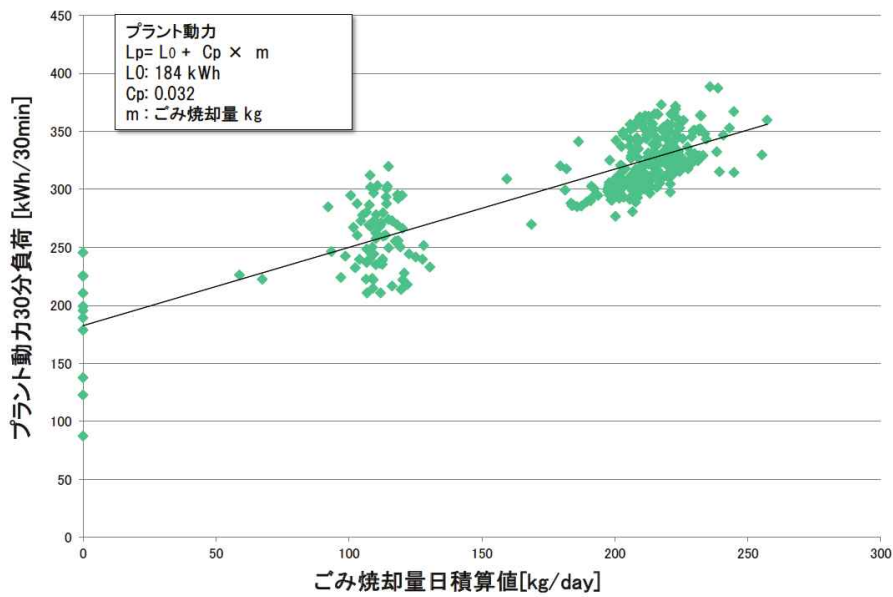


図 II-7 プラント動力負荷とごみ焼却量の関係



図 II-8 灰溶融負荷の設定

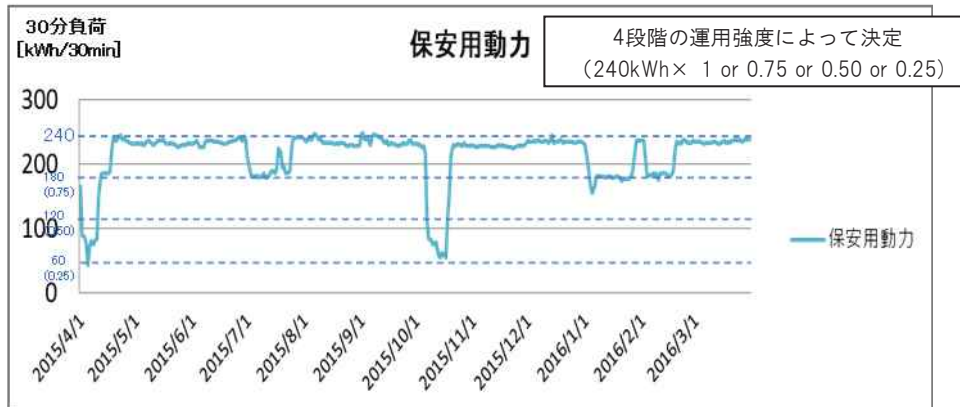


図 II-9 保安用動力負荷の設定

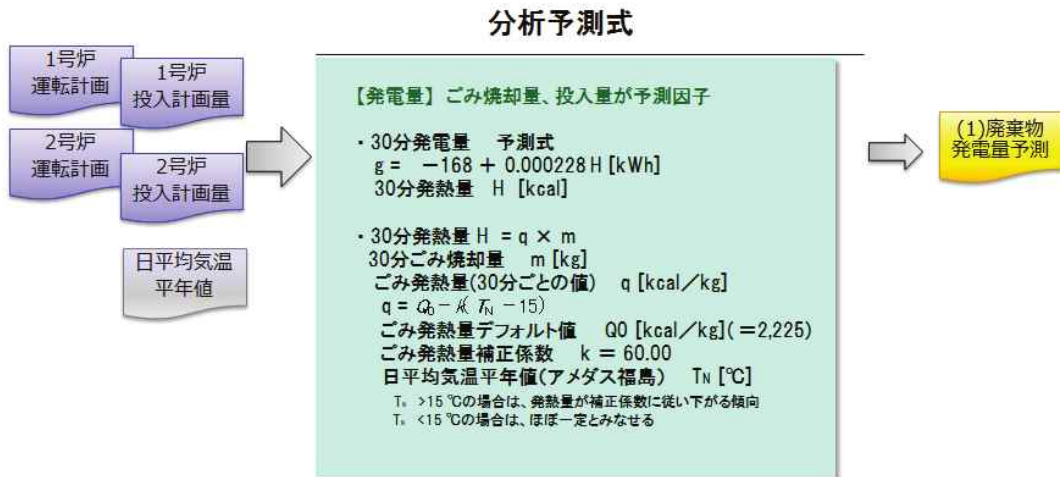
表 II-1 発電量及び所内負荷に対する予測ロジック

需要項目	予測ロジック
プラント動力	ごみ焼却量の関数として予測
灰溶融炉	稼働/非稼働を反映
保安用動力	何段階かの運用強度で予測
建築動力	定数を設定 (= 184 kWh)
建築照明	
資源化工場	

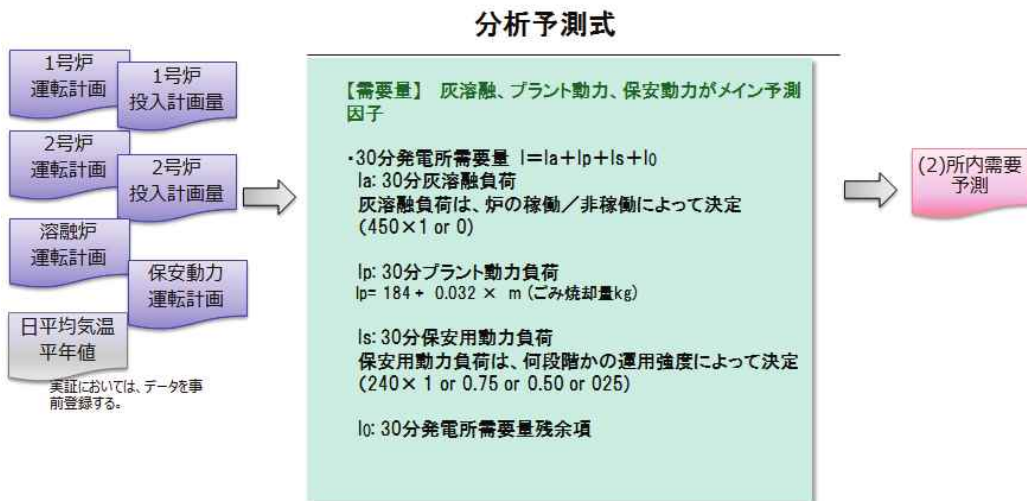
2) 発電側予測高度化手法

前項の予測ロジックに基づく予測高度化手法の全体像を以下に示す。予測システムへのインプット値（日単位）を作成し、そのインプット値から翌日の送受電量の予測（30分単位）を行う。

<発電量予測>



<所内需要予測>



<送電端予測>

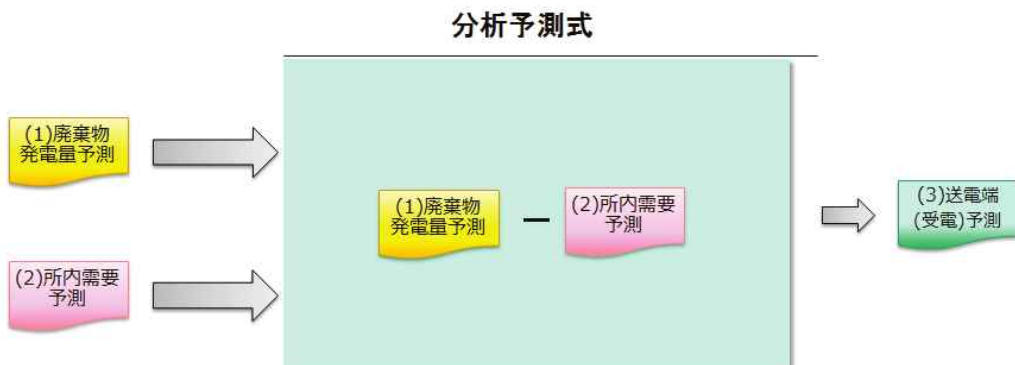


図 II-10 各予測高度化手法

以上の予測高度化手法によって算定した計画値と実績値との比較からインバランスの抑制効果を検討した結果をい可能示す。

① 精度評価指標

精度の評価は、従来の予測結果からの改善状況で評価した。また、補足的に推定値の偏り（バイアス）と二乗平均平方根誤差（RMSE: Root Mean Squared Error）を用いて示した。

バイアス：正の場合は予測が大きすぎる傾向にあることを示し、負の場合は小さすぎる傾向にあることを示す。

二乗平均平方根誤差：一般に、実測値と推定値との間の平均的な誤差を評価する際に用いられる。太陽光発電の推定値を評価する際にも用いられている。

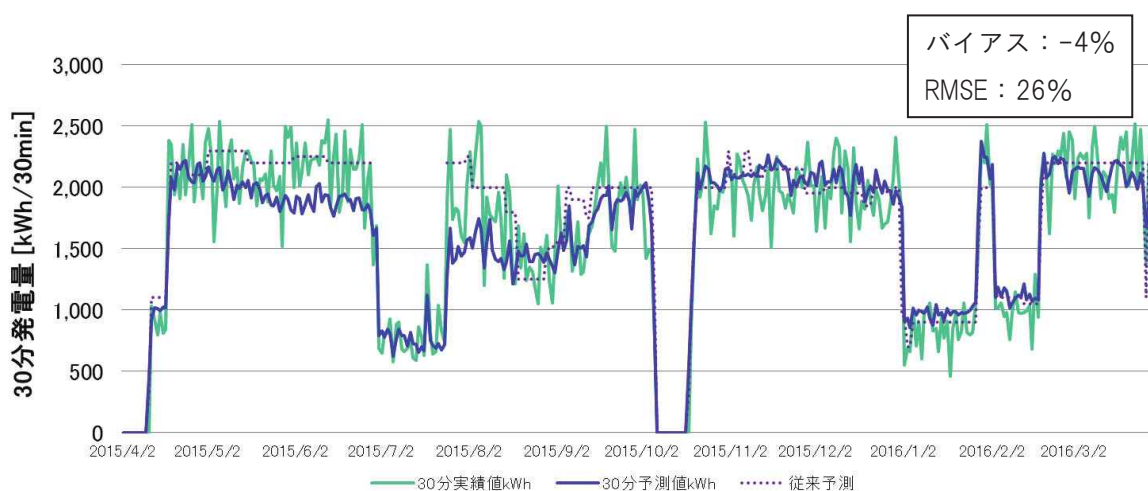
② 検証結果

以下に予測の検証結果を示す。

▶ 発電電力量

従来予測と比較して改善の状況が認められる。

（バイアスは-4%、平均二乗平方根誤差は26%という結果が得られた。）

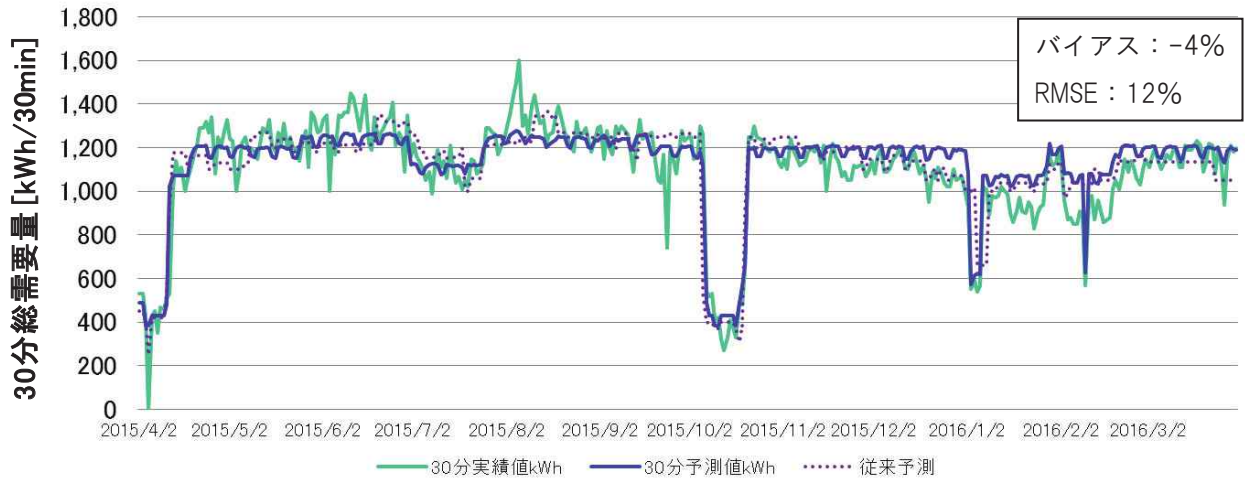


図Ⅱ-11 発電電力量の予測と実績

▶ 所内消費電力量

従来予測と比較して改善の状況が認められる。

（バイアスは-4%、平均二乗平方根誤差は12%という結果が得られた。）

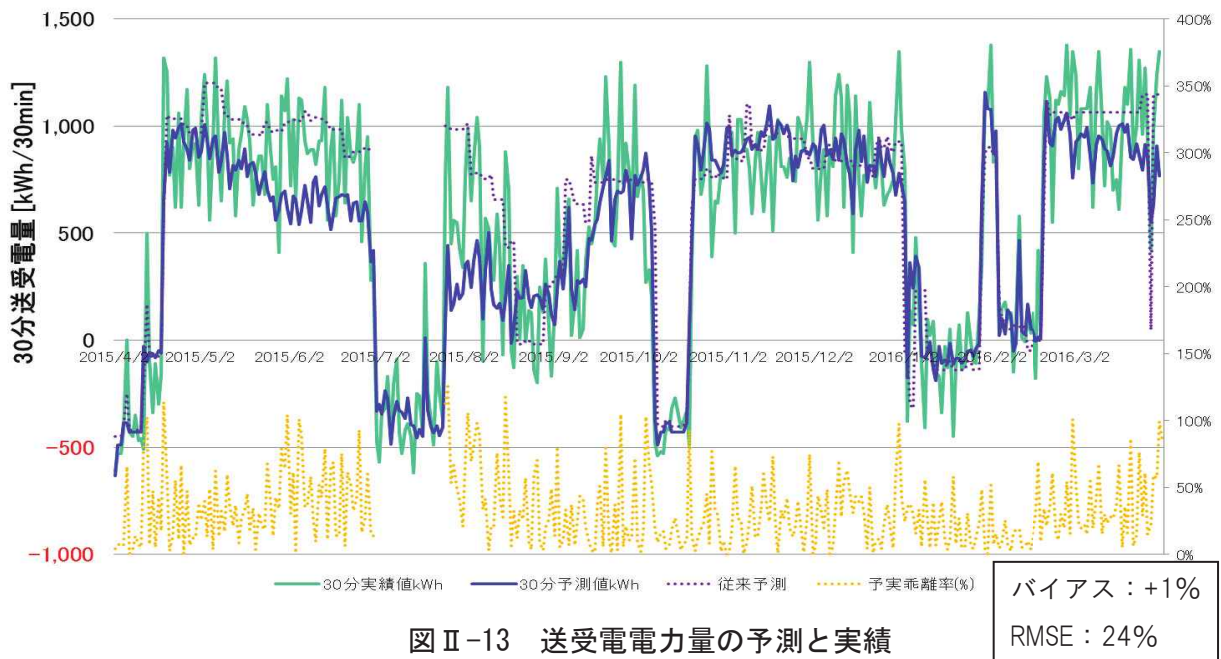


図Ⅱ-12 所内消費電力の予測と実績

▶ 送受電電力量

従来予測と比較して改善の状況が認められる。

(バイアスは+1%、平均二乗平方根誤差は24%という結果が得られた。)



図Ⅱ-13 送受電電力量の予測と実績

以上のデータから、予測高度化による効果として、インバランス絶対値合計における従来予測手法からの改善を評価した。結果として、発電では25%、所内需要では10.5%、送電端では24.6%の改善がみられた。

表Ⅱ-2 インバランス絶対値合計の改善効果

区分	従来（現場予測結果）	高度化システム予測結果	改善率
発電端	4,552,390 kWh	3,433,951 kWh	25%
所内需要	1,509,790 kWh	1,352,032 kWh	10.5%
送電端	4,656,460 kWh	3,512,561 kWh	24.6%

3) 需要電力予測の高度化（太陽光発電予測のシステム化）

学校に設置されている太陽光パネルは、学校で自家消費される。この太陽光発電の予測をシステムに組み込むことによって、学校の需要電力予測の精緻化につながることを期待されることから、その効果を検証した。

太陽光発電の予測組み込みによる需要電力量予測のイメージを下図に示す。

太陽光発電の予測値を実際の学校需要から差し引くことで、実際の学校の受電実績に近い値を予測することが可能となる。

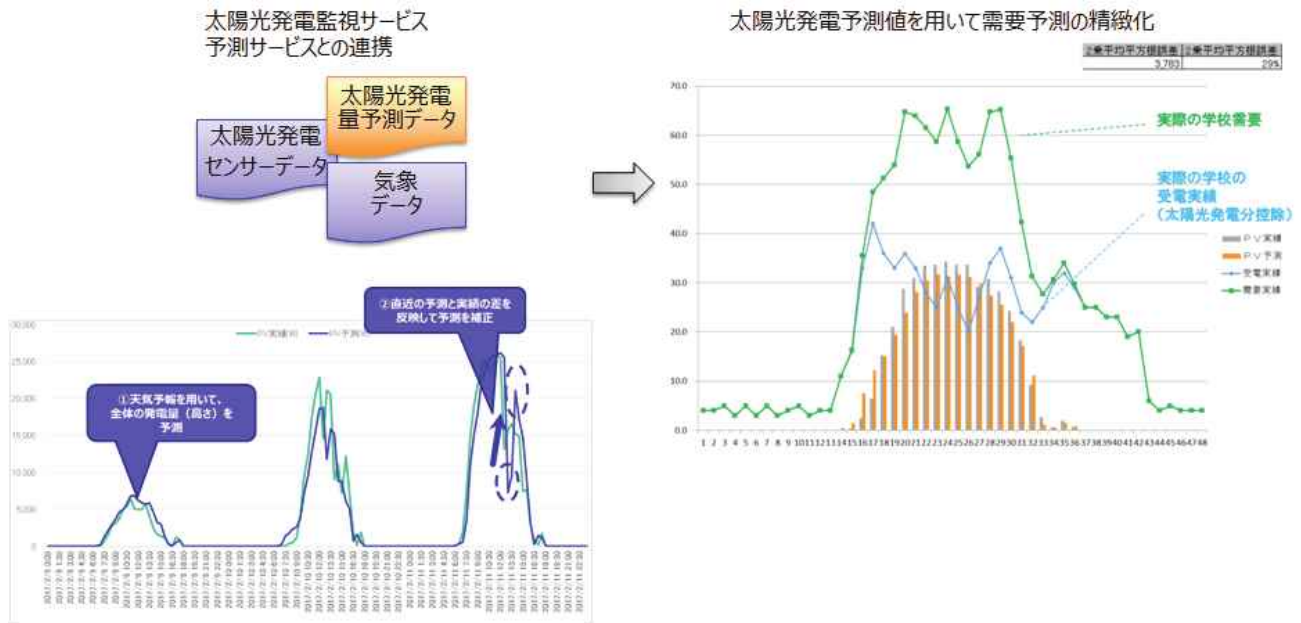


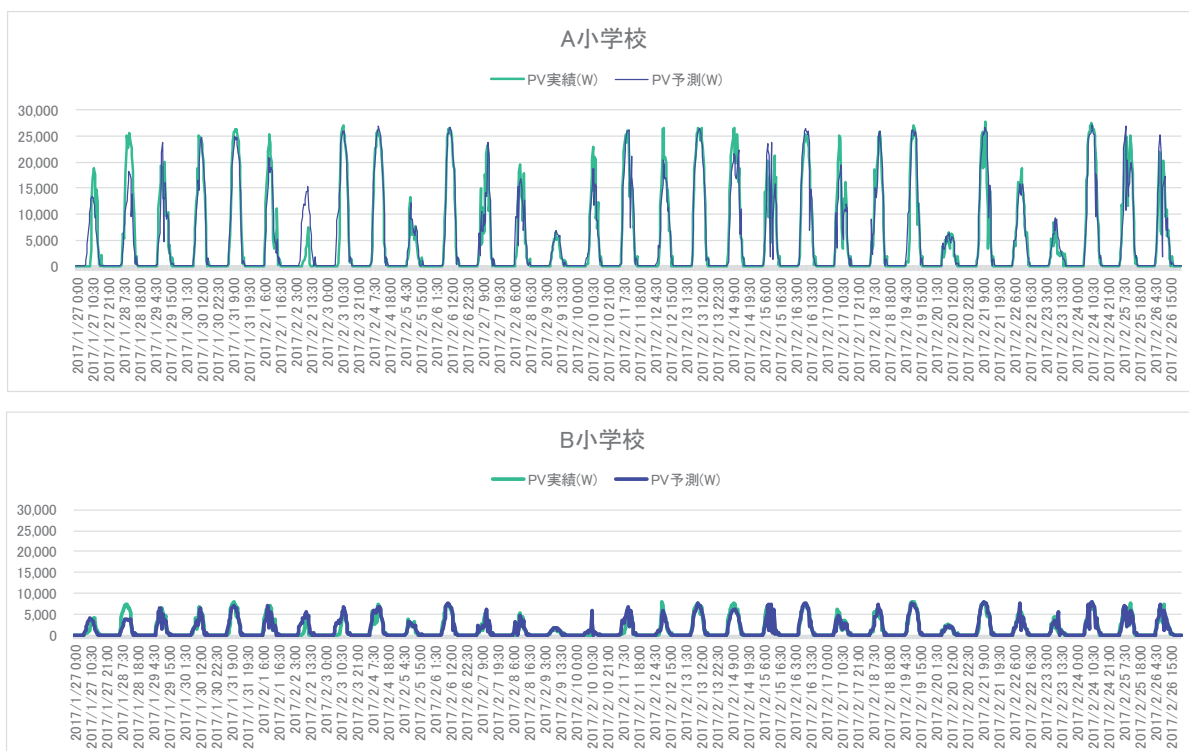
図 II-14 需要予測の精緻化

① 太陽光発電予測手法

既に太陽光発電を設置している市内の小学校2校において、センサーを取り付け、リアルタイムで発電量がシステムにインプットされるように設定し、小学校2校の実績データを基に検証を行った。

太陽光発電の予測は、一般的な太陽光発電監視・予測サービス提供事業者のものを用いた。

小学校2校における太陽光発電の予測を実績の検証結果を下図に示す。



図Ⅱ-15 太陽光発電の予測を反映した需要電力量の予測と実績 (A 小学校、B 小学校)

② 予測高度化による効果

小学校に設置された太陽光発電の予測を行うことによる学校需要電力量のインバランス抑制効果を下表に示す。

インバランス絶対値の改善率は24.9%となり、仮に全校で太陽光発電が導入された場合のインバランス絶対値の抑制量は1,263,437 kWh/年に上ると試算された。

表Ⅱ-3 インバランス絶対値合計の改善効果

区分	従来 (太陽光発電考慮なし)	高度化システム予測結果	改善率
学校需要 (2校)	357,200 kWh	268,094 kWh	24.9%
学校需要 (全校展開)	5,064,779 kWh	3,801,342 kWh	

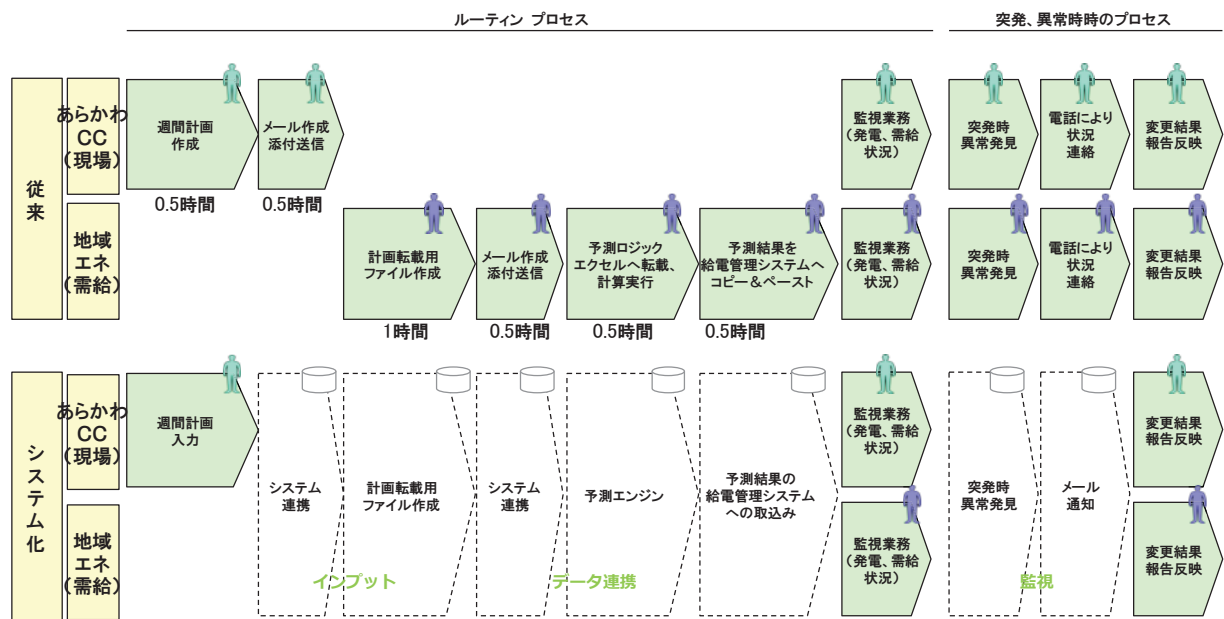


図 II-17 システム導入による業務プロセスの概要

システム化に伴う廃棄物発電施設側から地域エネルギー事業者側への運転関連情報の提供フォーマットの改善イメージは下図のとおりである。

●【現行】週間運転計画ファイル

日付	曜日	設備	0:00~0:59	1:00~1:59	2:00~2:59	3:00~3:59	4:00~4:59	5:00~5:59	6:00~6:59	7:00~7:59	8:00~8:59	9:00~9:59	10:00~10:59	11:00~11:59	12:00~12:59	13:00~13:59	14:00~14:59	15:00~15:59	16:00~16:59	17:00~17:59	18:00~18:59	19:00~19:59	20:00~20:59	21:00~21:59	22:00~22:59	23:00~23:59	備考
11月12日	土	1号炉																									
		2号炉																									
		溶融炉(750)																									
		リサイクル(350)																									
		発電[kWh]	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	3800	
		買電[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		売電[kWh]	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	

●【変更案】

日付	曜日	設備	0:00~0:59	1:00~1:59	2:00~2:59	3:00~3:59	4:00~4:59	5:00~5:59	6:00~6:59	7:00~7:59	8:00~8:59	9:00~9:59	10:00~10:59	11:00~11:59	12:00~12:59	13:00~13:59	14:00~14:59	15:00~15:59	16:00~16:59	17:00~17:59	18:00~18:59	19:00~19:59	20:00~20:59	21:00~21:59	22:00~22:59	23:00~23:59	備考
7月19日	土	1号炉	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	
		2号炉	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	
		溶融炉(750)	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	
		リサイクル(350)	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	
		保安動力	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	稼働	
		発電[kWh]	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	
		買電[kWh]	400	400	400	400	400	400	400	400	500	500	500	500	500	600	600	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
		売電[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1号炉投入量(t)	4.7	5.2	3.82	5.69	5.49	4.19	5.12	5.24	4.86	3.86	5.52	3.56	4.93	5.32	3.59	4.61	5.44	4.06	5.29	5.33	5.14	5.19	3.91	3.97	
		2号炉投入量(t)	4.56	4.06	5.3	5.09	5.26	6.49	3.65	5.26	5.25	3.91	5.33	4.41	5.14	3.54	5.1	3.68	5.32	5.49	3.91	5.28	5.37	4.04	5.34	3.89	

各炉へのごみ投入計画量を追記頂く。

色だけではなく、「稼働」という文字を入れる。

点検等で停止する場合などを反映して頂く。

図 II-18 週間計画の入力シートのフォーマットの変更イメージ

2) システムの運用検証

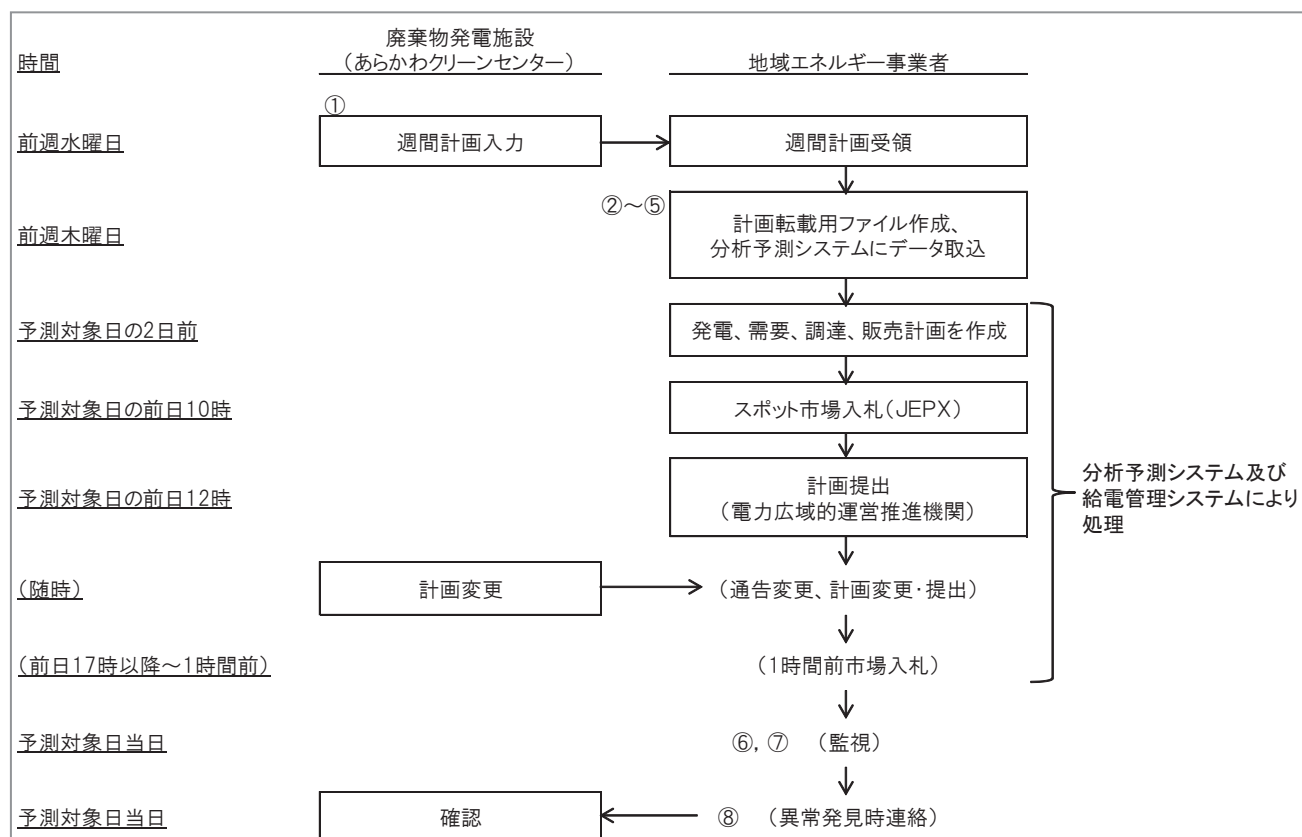
① システムの運用ワークフロー

システムの運用検証におけるワークフローを以下に示す。

廃棄物発電施設において入力された週間計画は、地域エネルギー事業者側で自動的に受領され、分析予測システムへの取り込みを行い、分析予測システムで予測値を作成する。

分析予測システムで作成された予測値を基に、予測対象日の 2 日前から給電管理システムにおいて発電・調達計画、需要・販売計画の作成、市場調達等の手続き、計画提出等の小売電気事業者としての手続き処理を行う。

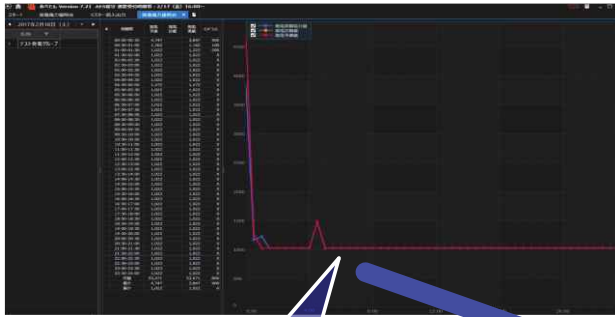
予測対象日当日は、システムによる自動監視（適宜、地域エネルギー事業者のオペレーターが目視で補助）を行い、実績値と予測値の乖離に異常値が発生した場合は、廃棄物発電施設と地域エネルギー事業者内に双方通知される。



注) ①～⑧について、下図の操作画面イメージを参照

図 II-19 運用ワークフロー

(iii) アラート



⑦ 監視業務
(自動)

⑦ 異常判定
(自動)

※ 予測と実績の乖離など



⑧ メール通知
(自動アラート)

発電予実差異超過アラート-クリーンセンター

発信トレイ x

(0 分前)

発電予測値と実績値の乖離幅が、閾値を超過しました。

日時 2017/2/22 17:00 - 17:30
 発電実績グループID : 焼却炉1
 発電実績グループ名称 : クリーンセンター

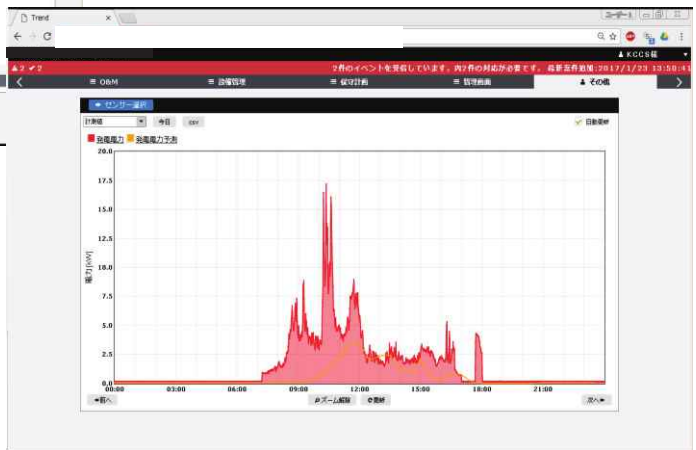
発電予測値 : 97.55kWh
 発電実績値 : 145.97kWh
 乖離値 : 48.42kWh

※本メールは需給管理システムより自動配信しております。

・ その他の画面のイメージ

状況	経路	備考	機名	設置場所	設置機器	題目	発生状況	発生時刻	経過
正常	707.004	日本環境衛生センター	南台小学校	監視装置	ゲートウェイ	予知異常アラート			継続中
正常	707.004	日本環境衛生センター	御山小学校	監視装置	ゲートウェイ	予知異常アラート		2017-01-23 13:18	2017-01-23 14:53 解除

ログイン後画面



御山小学校発電予測&実績グラフ 17/2/23

② システムの検証結果

需給管理高度化システムを実際に運用しその効果を検証した。結果の概要を下表に示す。

システムの構築・連携性の確保については、いずれの連結点においても支障なく、データのやり取りを行うことが確認できた。

また運用上の効率化についても、全体として作業時間の短縮につながることを確認した。

表Ⅱ-4 システムの運用検証

検証項目	検証期間	検証結果
システム構築・連携検証	・2016年12月21日～2月28日	・現場運用者作成の週間計画ファイル取込み⇒自動ファイル作成⇒需給管理システム連携まで可能な事が確認できた ・太陽光発電センサーデータの取込み⇒予測値算出も問題なく確認できた。 ・閾値設定に対してアラートメールの仕組みが働く事を確認できた。
運用検証	・2016年12月分	・現場運用について、入力作業は通常の週間計画ファイル作成フローと負荷が変わらず運用できた。 ・地域エネルギー事業者側における作業をシステム代替できた(-2.5時間/週)

3. 廃棄物発電等の需給管理の今後について

(1) 本年度検証結果を受けた課題の整理

本年度の検証したシステムにより、廃棄物発電および再生可能エネルギー発電、もしくは再生可能エネルギー発電を導入している需要設備の発受予実管理の精度は発電側は24.6%、需要側は24.9%向上する。これにより、系統管理側の送配電事業者、広域的運用推進機関側における運用の予見性が高まることになり、系統安定性が増し、社会的なインフラコストは低減の方向に向かうことが期待される。

廃棄物発電設備及び再エネ設備の監視、制御、運用に対する予見性が高まることで、系統接続可能な設備容量は増加することが期待され、廃棄物発電（及び太陽光等の再エネ発電）のネットワーク化の拡大にも資することになる。

しかしながら、地域エネルギー会社単体に対する本システム導入によるインバランス低減分の経済的な観点でのメリットは2016年4月からの制度変更により計画値からのインバラン精算単価自体が市場調達やJBUより安価なケースもあるため、非常に限定的な状況にある。

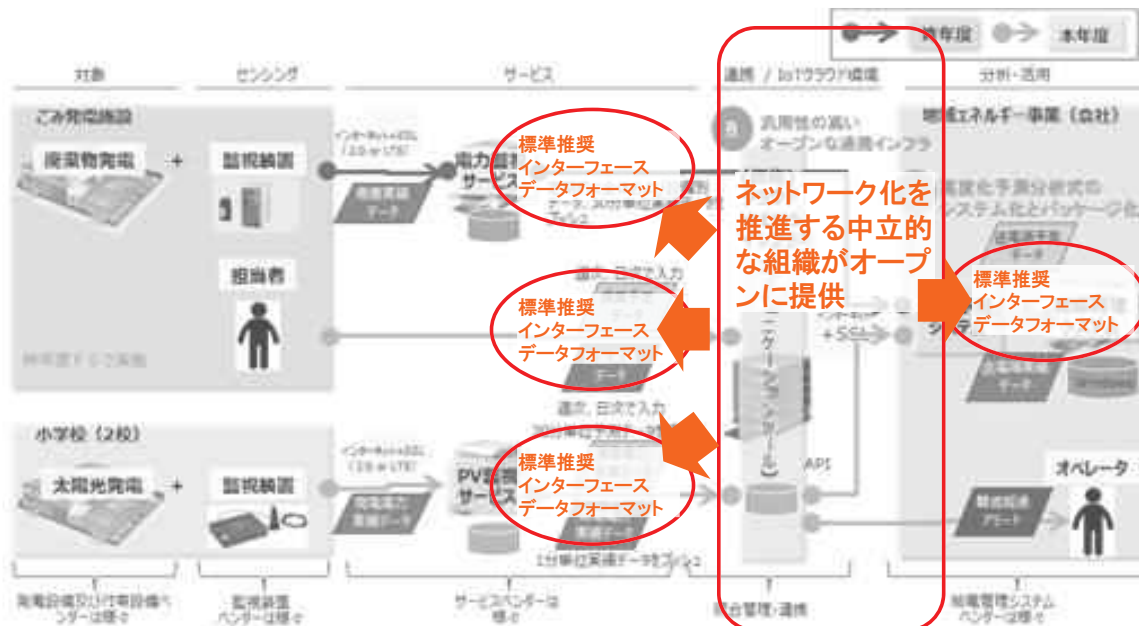
今後の不確実性があるインバランス精算単価が急上昇したケースなどでは直接的な経済的メリットが見込める可能性があるが（後述事業性評価におけるシナリオ設定による）、現時点ではオペレーションにおけるフロー改善効率化、異常値監視アラート機能による人為的なミスの低減等が主たる導入メリットとなるため、システム構築費、導入費及び運用費に対する投資回収の観点で地域エネルギー事業者が単体で導入するのは難しい可能性がある。

(2) システムの汎用化、普及展開のスキーム案

各事業者毎に、本システムを導入する場合、「システム構築費、導入費、運用費」の負担がボトルネックとなると考えられる。そこで、本システムを廃棄物発電の需給管理システムにおける共通のインフラとして汎用化し、例えばネットワーク化を推進する中立的な組織^{*}がこのインフラをオープンに提供するスキームが考えられる。

中立組織は廃棄物発電等と地域エネルギー事業者間をつなぐデータ連携に対して、標準的なインターフェース仕様及び、データフォーマットのガイドラインを提示、推奨していくことにより、分析予測システム、共通コミュニケーションツール等をオープンにシェアード提供する。

これによって廃棄物発電ネットワーク化のソフト的な基盤づくりにつながり、地域エネルギー事業者におけるシステム構築費、導入費、運用費の課題がクリア可能となることが期待される。



※本システムの運用にあたっては、廃棄物発電の運転情報等の個別情報を取り扱うこととなるため、中立的な立場の組織の関与が望ましいと考えられる。

図 II-20 共通のシステムインフラをオープンに提供するスキーム案

システムおよび導入ノウハウを共有していく団体、中立組織は、廃棄物発電と地域エネルギー会社間をつなぐデータ連携、設備連携に対して、標準的なインターフェース仕様、データフォーマットのガイドラインを提示、指導をおこなう。

一部構築された高度化支援システム、共通コミュニケーションツール等をオープンにシェアード提供していき、システム構築費、導入費、運用費の課題をクリア可能となる。

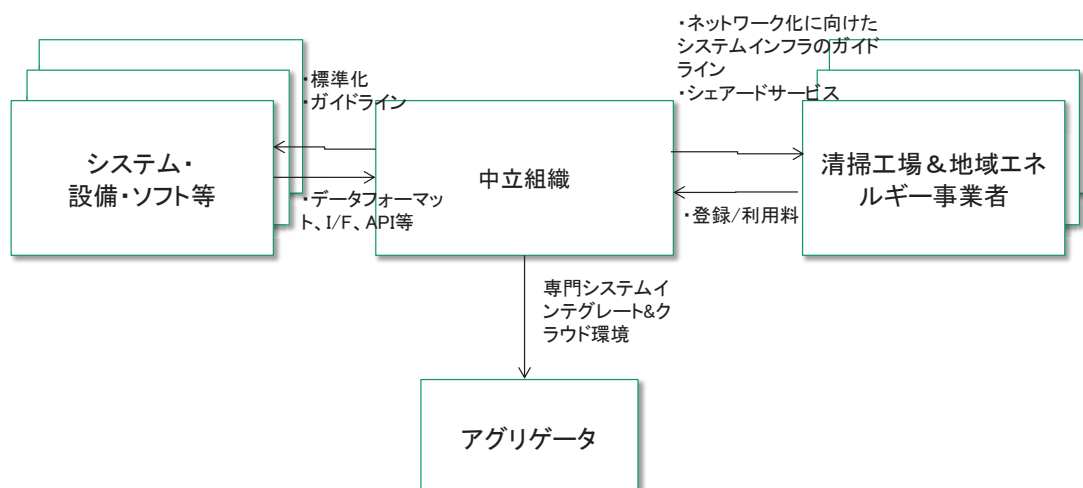
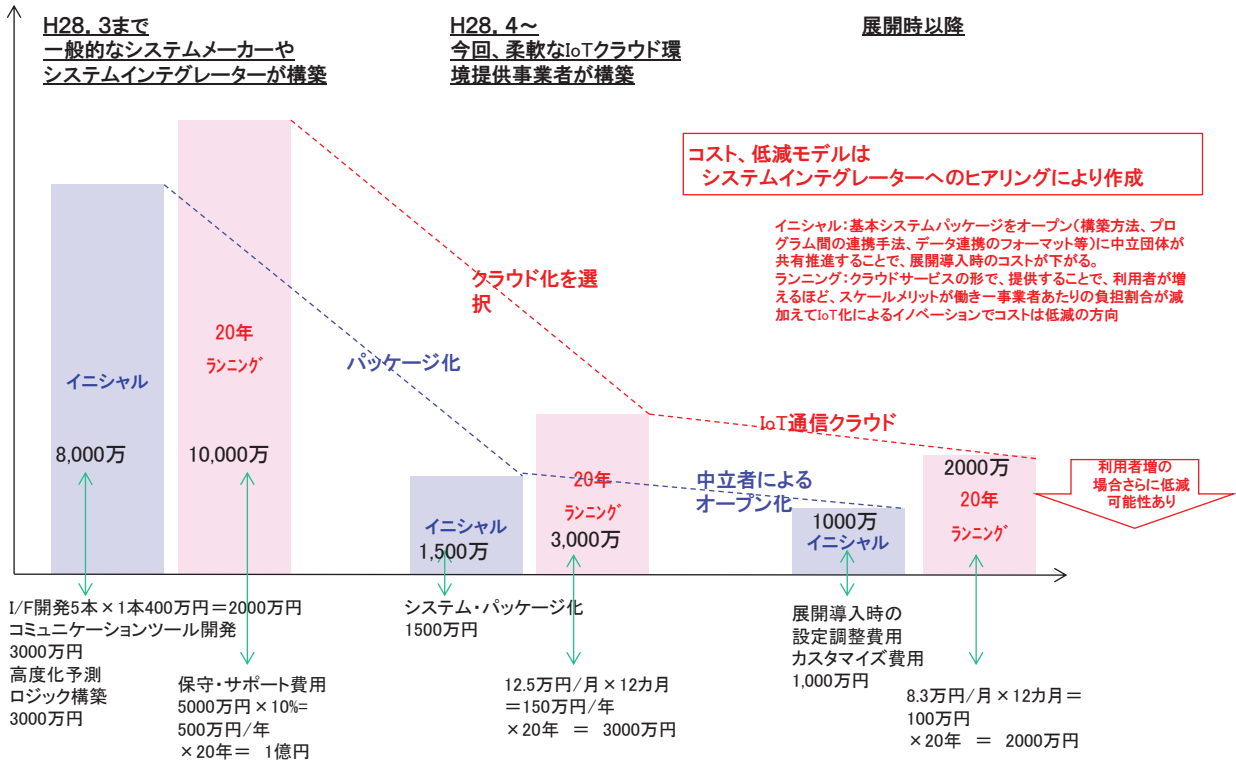


図 II-21 廃棄物発電等の需給管理システムの汎用化スキームのイメージ



図Ⅱ-22 システムの汎用化による地域エネルギー事業者のシステムコスト負担の軽減

III. 廃棄物発電電力の地産地消に向けた需要家に対する省エネルギー行動支援

1. 福島市の地域エネルギー事業における需要家行動支援の意義

福島市の地域エネルギー事業は、廃棄物発電電力の地産地消の取組みを通してごみの分別・省エネ・3Rを推進し、市民の地球環境への関心を高めることをねらいの一つとしている。また、平成27年度より福島市は次世代エネルギーパーク（※1）の認定を受け、市民がエネルギー問題への理解を深める学習の機会や仕組みを関連施設と協力しながら充実させていくこととしている。

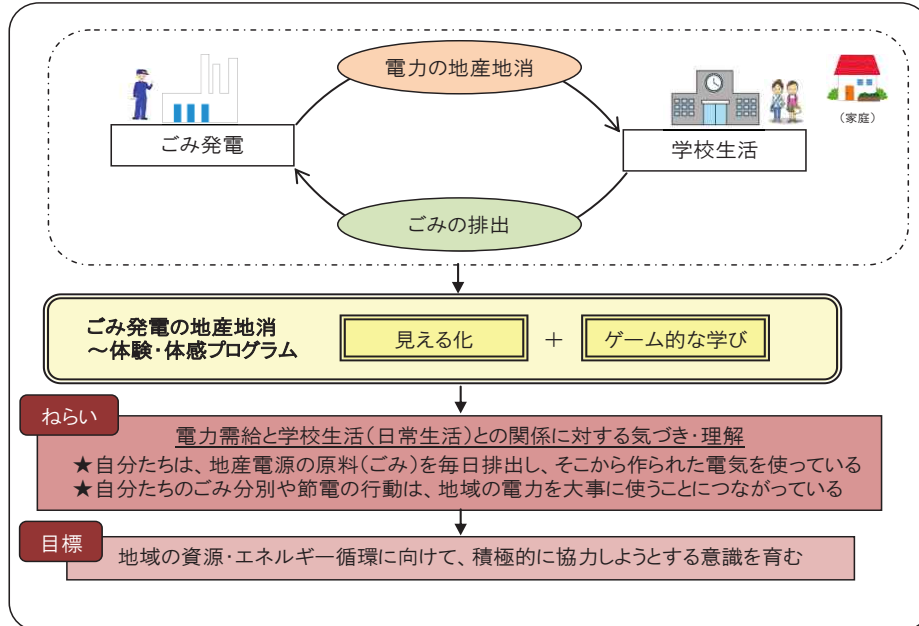
地域エネルギー事業への取組みを通じて、児童生徒が地域エネルギーである廃棄物発電に対する関心と理解を深めることは、市のエネルギー施策等に沿ったものであることに加え、供給された電力を大事に使うといったより良い生活者・消費者としての行動に繋げるために有効であると考えられる。

本業務では、平成27年度業務で作成したごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム（以下、「H27プログラム」）を用いて、ごみ発電のしくみや福島市の取組みについて電力の受け手である児童生徒が詳しく学ぶ機会の充実を図ることを目的とし、その普及拡大に向けた方策について検討した。

2. ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムの概要

(1) ねらいと目標

H27プログラムのねらいと目標は以下のとおりである。



図Ⅲ-1 ごみ発電の地産地消学習支援プログラムのねらいと目標
(平成27年度調査報告書より)

ごみ発電は、地域の静脈資源を有効に活用した電力であるとともに、児童の生活とのつながりも深いという特徴を有している。ごみの排出から焼却処理による発電、電力供給の流れ（仕組み）を学び、自らの生活と発電との関係を理解することは、日頃の“ごみの分別”や“節電行動”の意義の再認識につながるとともに、自分たちが地域の資源・エネルギー循環をつくる一員であり、これに積極的に協力しようとする意識を育むことにつながる。

（２）H27プログラムの構成

H27プログラムは3ステップで構成される。

ステップ1 導入

- ・本プログラムの導入部分として、ごみ発電の仕組みと電気の需給バランスの必要性等について講義形式で説明し、知識レベルでの認識を促すことをねらいとする。
- ・講義の内容は、①発電の仕組みを学ぶことにより、いろいろな発電の方法、及びごみ発電の特性（他の発電方法との違い）を理解する、②ごみ発電電力が小中学校に送られてきていることを知り、ごみ発電の供給電力量と小中学校での消費電力量との需給バランスを知る、③ごみ発電電力を大事に使うために自分たちでできることについて考える。
- ・想定所要時間は1校時（45分）

ステップ2 電力の見える化による観察

- ・ごみ発電供給電力量と学校の消費電力量との需給バランスを日常的に観察することにより、電力を意識した生活を促すことをねらいとする。
- ・方法としては、ほぼリアルタイムでごみ発電の発電電力量と学校の消費電力量が見える化されるタブレット端末を教室内等に設置し、朝の会等でチェックする。
- ・一日当たり3分程度の所要時間を想定し、1週間継続して行う。

ステップ3 体験ゲームによる学習

- ・本プログラムのために企画考案したゲームキットを用いて、ごみ発電の地産地消の一連の流れをゲーム形式で仮想体験する。
- ・これにより、ごみ発電の地産地消の仕組みの理解を促すとともに、ごみ発電の安定性に自分たちの協力が重要であることを実感として理解させ、“地産電源であるごみ発電電力を大事に使う”ために自分たちにできることへの気づきを促し、今後のごみ分別や省エネ行動への動機づけをねらいとする。
- ・複数のチームに分かれてのチーム戦形式で行う。
- ・想定所要時間は2校時（90分）



図Ⅲ-2 各ステップの内容構成

(3) H27プログラムの普及拡大に向けて－課題と対応のポイント－

平成27年度業務では、福島市内のある小学校の5学年3クラス（71名）を対象とし、H27プログラムの試行を実施した。H27プログラム実施後の児童らの感想（平成27年度調査報告書参照）から、児童らが本プログラムの実施を通して、ごみ発電の仕組みを理解し、自分たちの消費生活におけるごみの分別とごみ発電のつながりを認識した様子をうかがうことができた。

地域の資源を生かした再生可能エネルギーを今後さらに普及促進していくためには、H27プログラムのような環境学習支援によって、地域エネルギー事業への理解促進と、自ら地域エネルギー事業に参加する意識を醸成していくことが重要である。

一方、H27プログラムには、以下の課題があり、普及拡大に向けた対応を図る必要がある。

課題1 時間的制約

H27プログラムは前述のとおり3段階構成で、導入（45分）－観察（1週間）－体験ゲーム（90分）と、内容は丁寧かつ充実しているが、小学校において本プログラムの実施を試みる場合、本プログラムの内容を既存のカリキュラムに定常的に組み込むことは難しいと考えられる（昨年度調査の試行実施では、総合的な学習の時間枠を用いて特別授業の形で実施）。普及拡大と継続的な実施の為には、時間的に制約のある学習機会を想定した工夫が必要である。

⇒対応のポイント 短い時間の中でも要点を学習できるような教材とすること、また、小学校だけでなくあらゆる学習の機会を捉える。

課題2 講師の負担軽減の必要性

あらゆる学習の機会を捉えるためには、学校の先生や市の職員、地域の環境関係のNPO、ボランティア等が、本プログラムの講師として実施運営を担っていくことが想定される。H27プログラムの内容では、プログラム提供側は、廃棄物発電に関する一定の専門的な知識と再生可能エネルギーの中

のごみ発電の位置付けや地球温暖化、CO₂排出削減等についての理解と説明力が必要とされる。普及拡大と継続的な実施の為に講師及び運営実施者が負担を感じることなく実施できる講師への支援が必要となる。

⇒対応のポイント 講師及び運営実施者が利用できる本プログラムのガイド（説明書等）を作成する。また、講師及び運営実施者にとって扱い易い内容構成となるよう工夫する。

3. ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムの普及拡大に向けた検討

(1) 支援方策の検討

前項の昨年度業務の課題と対応のポイントを踏まえ、あらかわクリーンセンターにおける学習の機会を想定した本プログラムによる支援と講師等の負担を軽減する支援の方策について検討した。

① あらかわクリーンセンターの施設見学と連携した学習支援

あらかわクリーンセンターでは、福島市の再生可能エネルギー事業について学習したいとある市内の小学校からの申し入れを受け、施設見学を含めた学習の機会を提供している。そこで、この機会を捉え、本プログラムによる学習支援を試みることを想定し、プログラムの検討を行った。

(ア) 要望条件に合わせたプログラムの編成

申し入れのあった小学校より、学習内容と所要時間について下記の通り要望があった。

- ・内容 福島市の再生可能エネルギー事業への取組みをより深く理解したい
- ・時間 60分
- ・対象学年 小学6学年

上記の要望に沿うように、教材案を以下の通り検討した。

➤ 小学校からの要望への対応

“福島市の再生可能エネルギー事業への取組み”は大きく温室効果ガスの削減と環境教育が大きな目的とされていることから、ここでは、ごみ発電による温室効果ガスの削減効果と自分たちが生活の中で毎日排出するごみとごみ発電の関わりに焦点を絞った教材案を検討した。

「福島市の再生可能エネルギー事業への取組みをより深く理解したい」

温室効果ガス削減・・・バイオマス発電⇔ごみ発電
環境教育・・・自分たちの生活とごみ発電との関わりを学ぶ
“分別” ⇒ “発電”

▶ 教材構成案

講義①15分 - ごみ発電の仕組みと地産地消の取組みを知る



見学 20分 - ごみの受入～発電の過程を見学する



講義②15分 - ごみの分別が安定した発電に重要であることを学ぶ



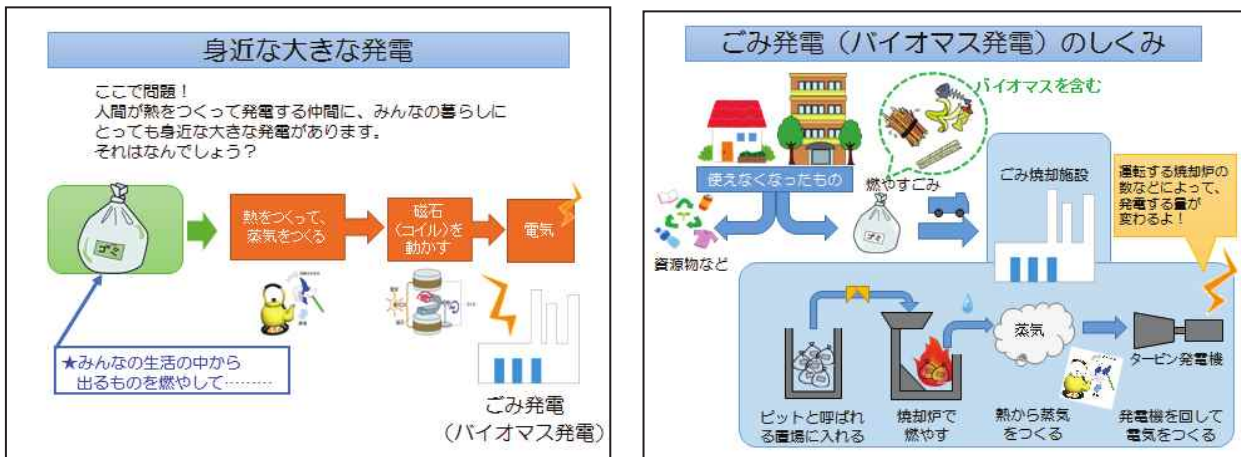
質疑応答 10分

▶ 内容

講義① (15分)

1) ごみ発電の仕組み

- ・暮らしに身近な大きな発電としてごみ発電があることを知る。
- ・自分たちが出したごみのうち資源物などを除いた燃やすごみのごみ焼却施設に運ばれ、焼却炉で燃やして蒸気を発生させ、その蒸気でタービンを回して発電することを知る。



図Ⅲ-3 ごみ発電の仕組みの理解に係るスライド

2) ごみ発電の使い方 (ごみ発電の地産地消)

- ・発電した電気の6割は、ごみ焼却工場の所内電力と隣接する資源化工場において使われており残り4割は福島市内の小中学校で使われていることを知る。
- ・福島市の再生可能エネルギー事業におけるごみ発電の地産地消の仕組みを理解する。



図Ⅲ-4 ごみ発電の使われ方（ごみ発電の地産地消の取組み）の理解に係るスライド

見学（20分）

3) 施設見学

- ・ごみの受け入れの様子、発電の様子（タービン発電機）を見学する。
- ・モニターで現在の発電量を確認して、ワークシートに書きとめる。

ごみ発電（バイオマス発電）を見学しよう

見学のポイント

①ごみピット
◇どんな種類のごみがあるかな？

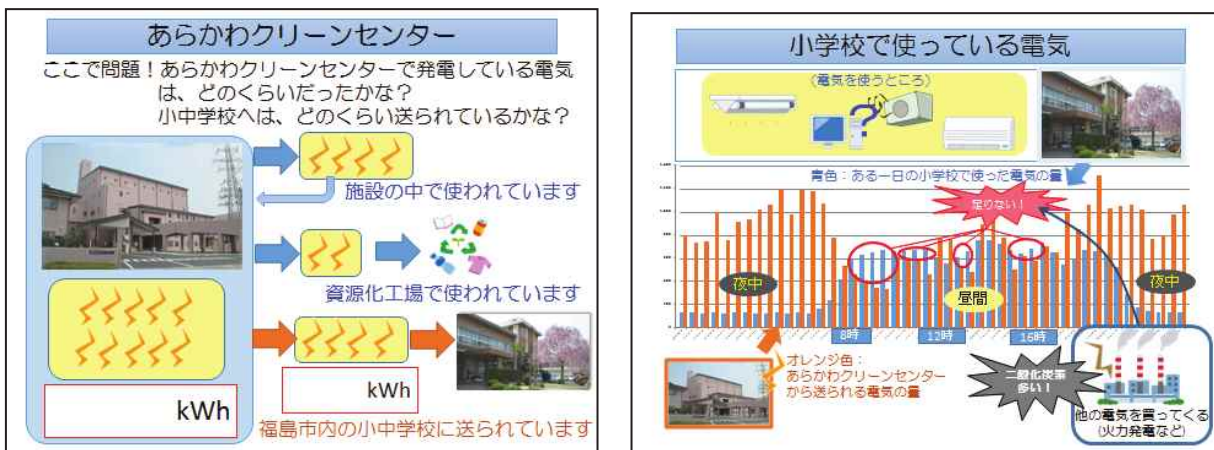
②タービン発電機の見学
◇タービン発電機ってどんな機械かな？
◇今日はどのくらいの電気を発電しているかな？

図Ⅲ-5 見学のポイントの確認

講義②（15分）

4) あらかわクリーンセンターの送電電力量と小中学校における消費電力量の需給バランス

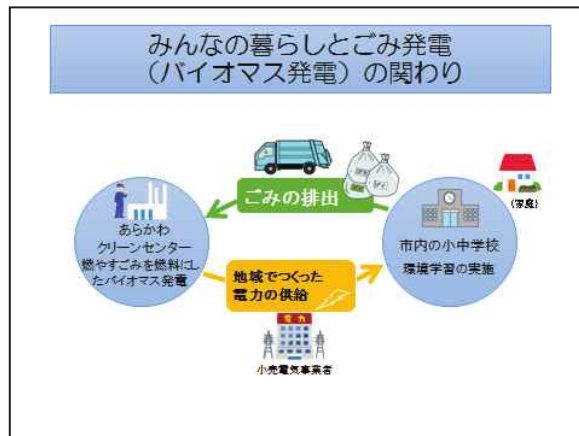
- ・見学中に書きとめてきたあらかわクリーンセンターの電力量を児童に発表してもらおう。
- ・その数字から、小中学校へ送っているおおよその電力量（40%）を計算してもらい、発表してもらおう。
- ・学校へ送られてくる電力の使用場所や機器について確認する。
- ・時間ごとの学校の需要電力（青グラフ）と供給電力（橙グラフ）の比較から電力が不足する時間帯があることを理解する。
- ・不足している電気は、火力発電所等で作られた電力を使っていること、その電力は二酸化炭素の排出が多いことを理解する。



図Ⅲ-6 ごみ発電の供給と需給バランスの理解に係るスライド

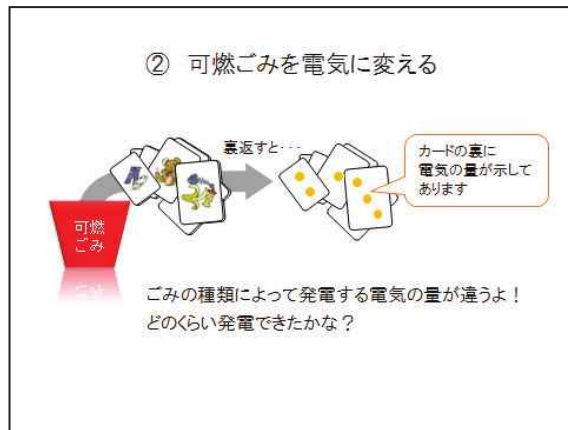
5) ごみ分別～発電～電気の消費の関係を理解する

- ・暮らしの中で排出したごみが電気として小中学校に還元される流れを確認し、日常的に行っているごみの分別とごみ発電の電力量の関係を理解する。(下図)



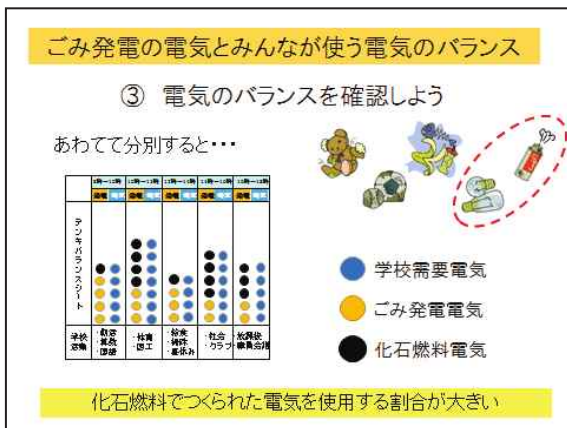
図Ⅲ-7 暮らしとごみ発電の関わりを説明するスライド

- ・様々なごみの絵が描いてあるカード(ごみカード)から可燃ごみに該当するカードを選ぶ。(福島市の分別に則る)
- ・カードの裏に発電する電力量がシールの数(不燃ごみの場合はマイナス)で示されているので、その数を数える。(次図)



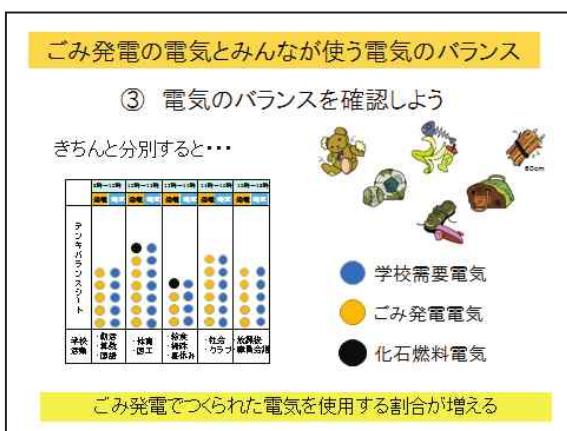
図Ⅲ-8 ごみの分別とごみの発電を説明するスライド

- ・学校で使用する電気量とごみ発電の電気量を比べ、電力の需給バランス表を完成させる。
- ・電気量が足りない時間帯の電気は、化石燃料電気で補うことを理解する。
- ・分別表を見ながら、きちんと分別できていたかを確認する。(下図)



図Ⅲ-9 電気の調達とごみ分別の確認について説明するスライド

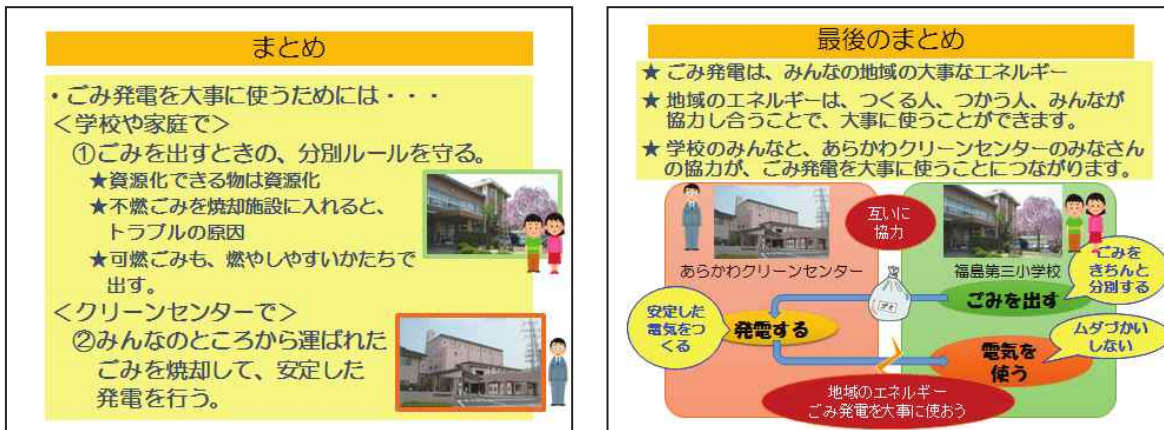
- ・きちんと分別された場合は、ごみ発電電気が増え、化石燃料電気の使用量が減る事を理解する。(下図)



図Ⅲ-10 ごみ分別が正しく行われた時の電気の調達について説明するスライド

6) まとめ

- ・自分たちが暮らしの中で排出するごみからつくられたごみ発電電気を大事に使うために、学校でできること、家庭でできることを認識し、地域で協力し合えば地域のエネルギーを有効利用しながら生活できることを理解する。(下図)



図Ⅲ-11 まとめのスライド

(イ) プログラムの提供

編成したプログラムは、あらかわクリーンセンターにおける福島市の再生可能エネルギー事業の学習の機会の参考としていただくため、あらかわクリーンセンターに提供した。

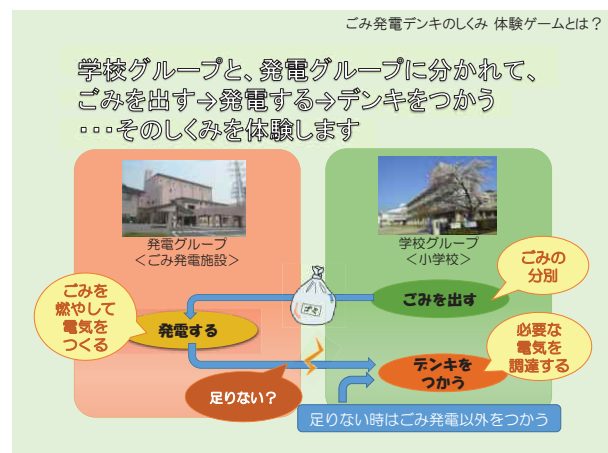
② 学習支援プログラムの普及拡大に向けた紹介動画

本プログラムの内容を広く普及し、ごみ発電の地産地消事業の継続的な学習支援に繋げるため、教員等の講師役に向けて、本プログラムの内容を分かりやすくまとめた紹介動画（ナレーション付き）を作成した。以下に、紹介動画の様子を示す。

紹介動画の概要



表紙



ごみ発電デンキのしくみ体験ゲームとは？



ごみを分別する



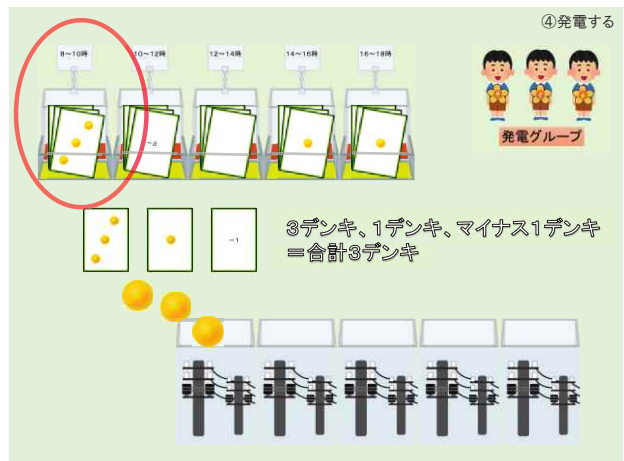
ごみを運ぶ



ごみを焼却する

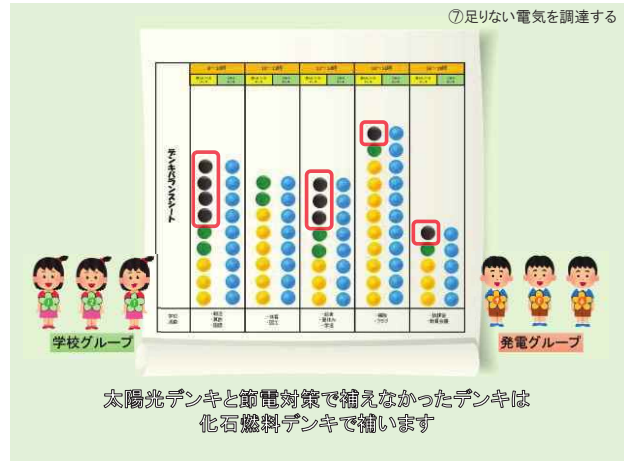


発電する

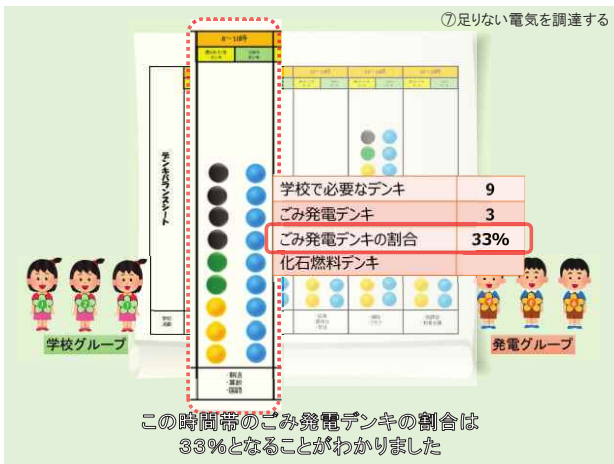




ごみ発電デンキをつかう



足りないデンキを調達する



足りないデンキを調達する

1回目での気づき

ごみ発電を大事に使うためには・・・

ごみの分別をきちんとすること

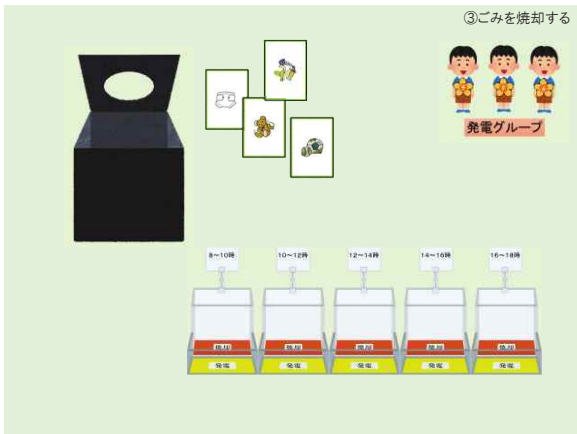
時間帯ごとに学校で必要なデンキを考えて発電すること

1回目の結果からの考察

ゲーム2回目



2回目ごみを分別する
(分別表を見ながら)



2 回目ごみを焼却する
(発電量を考慮しながら)



まとめ

(2) まとめ

学習支援プログラムの普及拡大に向けては、学習の機会と講師の確保が課題となることから、本業務では、廃棄物発電施設における施設見学と連動した学習支援とプログラムの講師の支援を目的とした動画の作成を行った。

廃棄物発電施設における施設見学と連動した学習の機会は、市内の全小学校に開かれていること、また、事業の関係者である自治体職員が講師となれることから、普及拡大及び継続実施の方策として有効であるといえる。

今回の支援の検討は、市内の小学校からの要望によって学習の機会が生まれ、その機会を捉えることと想定し、今後、廃棄物発電施設にはごみ発電の地産地消を含む市の再生可能エネルギーへの取組み等に関して学ぶプログラムがあるということが定着すると市内の他の多くの小学校にも普及拡大していくことが期待される。

講師向けの動画は、ごみ発電の地産地消を学習する一連の学習支援プログラムの実施支援用として作成した。実際にプログラムを実施の動きを示すアニメーションを入れており、本プログラムの紹介用の動画としても活用できる。

この動画を活用して、ごみ発電の仕組みや地産地消に関する理解の促進、普及啓発が進むことが期待される。

4. 今後の課題

(1) 地域エネルギー事業との連携

ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムは、廃棄物発電を電源構成の一つとする地域エネルギー事業者が、地域の需要施設へ電力供給事業を営むスキームが確立している状況での活用を想定している。直接的な地域エネルギー事業の事業性や経済効果につながるものではないが、地域エネルギー事業の社会貢献的な側面として定着することにより、地域エネルギー事業の公的価値を高め、行政が関与した地域エネルギー事業の推進にも寄与するものと考えられる。

その意味で、この学習支援プログラムを地域エネルギー事業に関わる主体（行政、事業者等）が上手く役割を分担しながら定着していける体制づくりが今後重要になると考えられる。

(2) 3R 関連教育との連携

ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラムは、可燃ごみとして分別されたごみの焼却・発電によって得られる電力の有効利用をテーマとしており、循環型社会形成推進基本法に基づく 3R 推進の枠組みでいえば、リデュース・リユース・リサイクルを着実に実施した上でなお燃やさざるを得ないごみからの「熱回収」に焦点を絞っている。従って、本プログラムのみをもって、廃棄物に関わる循環型社会形成や低炭素社会の実現などの全体を説明することはできず、資源循環とエネルギー有効利用を総体として学習するためには、3R に関する学習プログラムとの連携が必要である。

今後の将来を担う児童生徒に対して廃棄物を中心とした環境学習を総体として学んでもらうためには、本プログラムによるエネルギーの有効利用の前提に 3R 推進があることを分かりやすく伝えるとともに、3R 教育との連携性を保って行くことが重要と考えられる。

IV. 事業実現可能性の評価

1. 事業実現可能性と評価項目の考え方

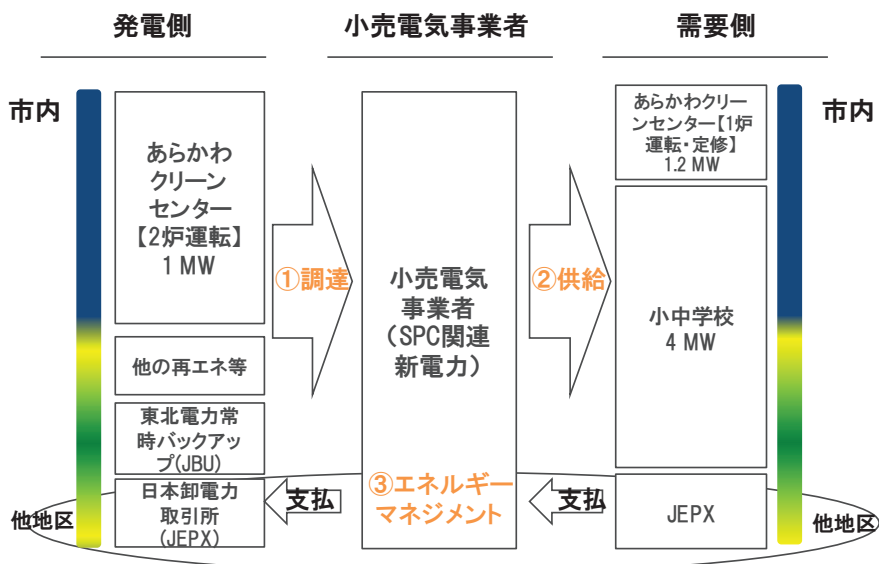
I-2 で検討した事業評価指標の検討を基に、本事業の事業実現可能性を「事業性」と「地域貢献性」の2つの視点から評価を行った。

特に福島市のような事業モデルにおいては、今後、地域内の電源が増えた場合等を念頭に、市が地域エネルギー事業にどのように関与していくかを考えることが重要になることから、市の関与を検討するにあたって重要な“事業リスク”と“事業の公的価値”に着目して評価を行った。

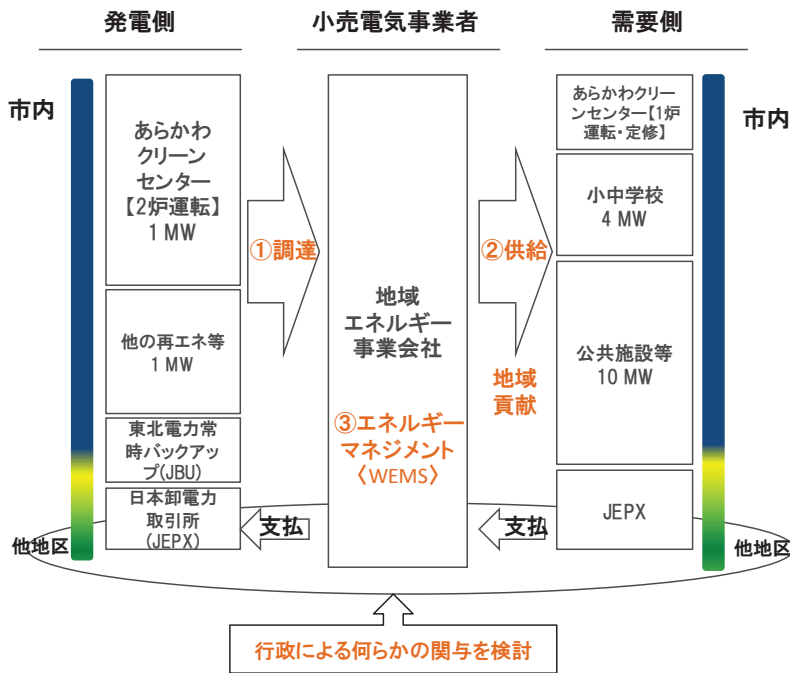
2. 事業性及び地域貢献性の評価

現状規模のモデルと、将来的な規模拡大時のモデルの2ケースを設定して、事業性及び地域貢献性の評価を行った。

各ケースの概要は下図のとおりである。



図IV-1 現状規模モデル



図IV-2 将来的な規模拡大モデル

(1) 現状規模モデル【ケース1】

現状の発電規模、需要規模をベースに、地域エネルギー事業者が単独で需給管理を運用した場合の事業性を評価した。

1) 評価条件

■ 発電側

- ・ 廃棄物発電施設 2MW 程度(30分値での期待送電電力量~1MWh)
- ・ 使用データは平成28年度実績値とし、直近のデータは過去データの平均値で追補した。
- ・ 調達価格は、11円/kWh(税抜)と設定した。

■ 需要側

- ・ 公共施設等 5.2 MW 程度
- ・ 使用データは平成28年度実績値とし、直近のデータは過去データの平均値で追補した。
- ・ 小中学校、廃棄物発電施設の全停時の購入電力量も需要側に含めた。
- ・ 供給価格は、燃料費調整は-2.43円/kWh、割引力は基本料、従量料ともに東北電力の-5%とした。

■ 計画値同時同量の調整方法

- ・ 発電及び需要予測 II章に示す予測プログラムにより、前日予測を行うケースとした。
- ・ 市場調達・売却 JEPX(スポット市場)2015.12.1~2016.11.30の入札決定実績を代入した。JEPXスポット1日前市場、時間前市場によりJEPXにて不足分は据

えて賄うものとする。

- ・ 託送供給 特高：基本 390.0 円/kW・月、昼間 1.33 円/kWh、夜間 1.05 円/kWh
高圧：基本 625.0 円/kW・月、昼間 2.74 円/kWh、夜間 2.02 円/kWh
- ・ インバランス料金単価 1.45 円/kWh：スポット市場単価の平均値（2016.4.1～2017.3.2 における 48 コマ毎の差分の平均値）

■ 運営費

- ・ システム費 給電管理システム：0.8 百万/月
高度化システム：0.5 百万/月
- ・ 人件費 18 百万円（3～5 名）

2) 評価結果

① 事業性

ア. 事業採算性

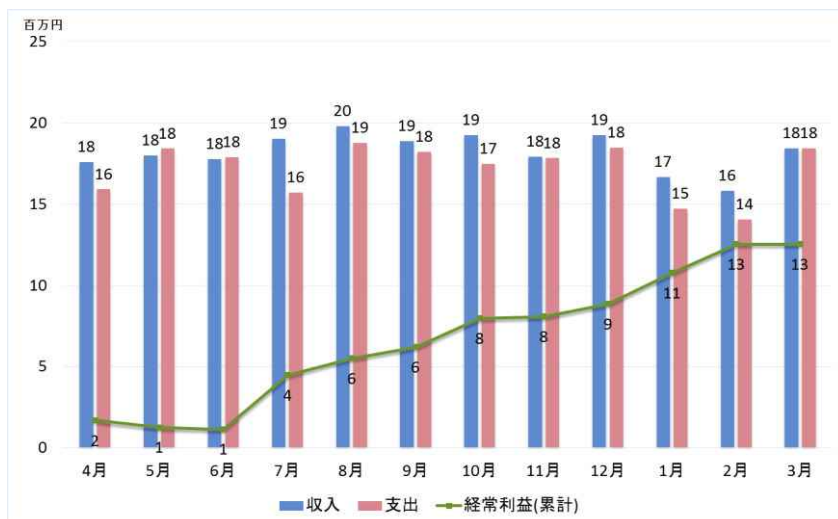
平成 28 年度の直近の状況を踏まえた事業収支のシミュレーション結果を以下に示す。

年間を通じた事業収支は、売上合計 218 百万円（税抜）に対し、支出合計が 205 百万円（税抜）となり、年間事業収支差額（経常利益）は 13 百万円と試算された。

表IV-1 単年度事業収支試算結果

項目	金額（百万円）
売上	218
支出 （内インバランス分）	205 (1.2)
経常利益	13
経常利益率	5.7%

月間の推移をみると次図のとおりであり、4月～6月まで経常利益マイナス基調で推移した後、7～3月にかけて収支差額が大きくプラスに転じ、経常利益をプラスに押し上げる結果となっている。



図IV-5 年間事業収支 (ケース 1)

イ. 事業継続性

事業継続性の評価にあたっては、関連諸制度変更、燃料調整費の変更や市場価格の変動等の長期的な視点でみた場合の様々なリスクへの対応可能性について評価をおこなうために、長期的なリスク要素の変動を見込んだ 20 年間のシミュレーションを行った。

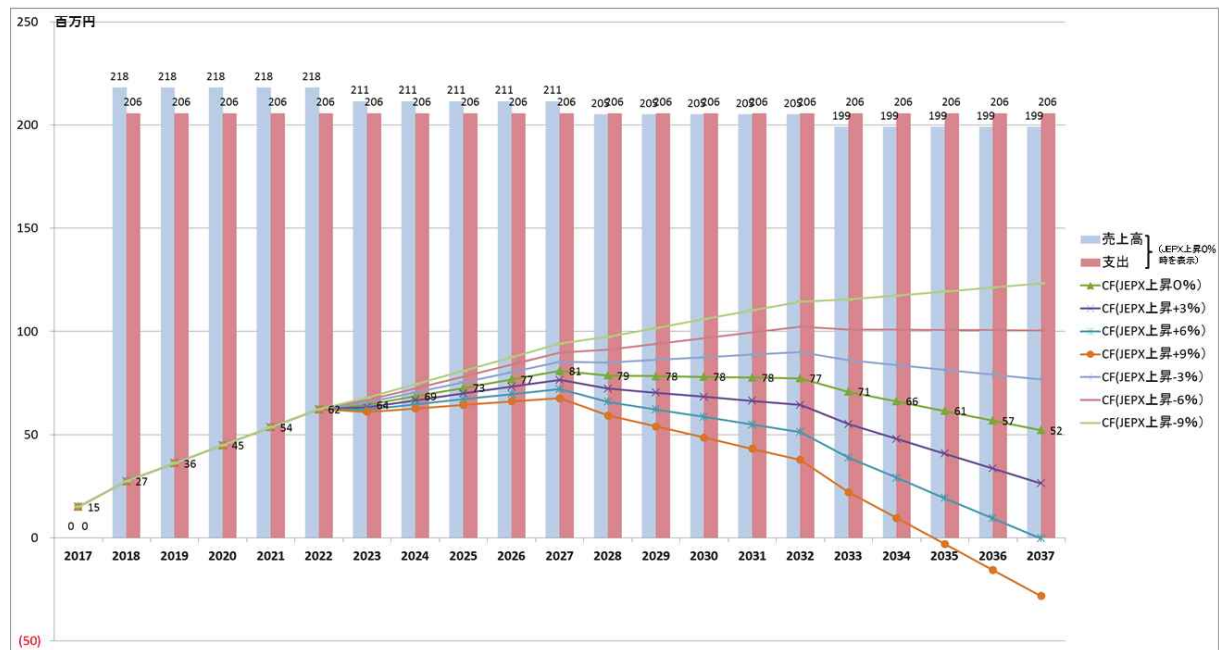
収支のリスク要素は、競争環境（売上）、スポット市場価格、非化石付加価値、インバランス料金の 4 つとした。競争環境（売上）は減少の見通し、非化石価値コスト、インバランスコストは増加の見通し、市場単価は増減要素が双方あるので、市場価格について感度分析を行った。シミュレーションの設定を下表に示す。

表IV-2 シミュレーションの設定

共通設定 []		感度分析対象 []		
売上	スポット市場単価		非化石付加価値 ^注	インバランス料金
競争	ベース電源開発	予備力の低下	(44%に届かない部分のコスト)	料金
売上(競争) 売上-3%減 (5年毎)	市場単価(ベース開発) 3%刻みで5年毎の価格見直し以下の振れ幅であった場合の影響を見る -9%~0%	市場単価(予備力低下) -3%刻みで5年毎の価格見直し以下の振れ幅であった場合の影響を見る 0%~+9%	非化石価値分(コスト) +2円/kWh	インバランス料金(市場設計) 3%ずつ増 (5年毎)

注) エネルギー供給高度化法に基づく小売電気事業者の非化石電源調達目標 (2030 年度までに非化石電源比率を 44%以上にする) の達成のために生じる資金的リスク。非化石市場等の新たな取引市場については、特に CO2 排出抑制に絡めた事業運営を目指す場合は、非化石価値の取扱いや、購入価格の動向に注意する必要がある。

以上の設定で、20年間のシミュレーションを行った結果を以下に示す。スポット市場価格については上昇する要素と下降する要素があることから感度分析による結果を示す。



図IV-6 現状規模における20年間のシミュレーション結果

現状規模では、市場価格の変化による経常利益の振りが大きく、+9%/5年のシナリオでは、18年目に経常利益がマイナスに転じる試算となった。

その他の制度変更リスクとしては、発電事業者の託送料金負担リスクが想定される。

発電事業者の託送料金負担については、直接的に地域エネルギー事業者に影響を及ぼすものではないが、発電事業者への影響から、電源からの買取価格への間接的な影響も考えられることから、今後の動向を注視する必要がある。

また、上記の他、福島第一原子力発電所の事故に係る廃炉費用の負担の枠組みについての議論もあり、今後の動向について注視する必要がある。

② 地域貢献性

ア. エネルギーの地産地消性

一般にいわれるエネルギー自給率とは別途、電力の地産地消を反映させた事業内エネルギーの地産率・地消率を評価した。結果は下表のとおりであり、需要側で消費した電力のうち地産電源（廃棄物発電）の割合は57%であった一方、廃棄物発電電力の地域内での消費は49%との結果であった。

エネルギーの地消率が低いということは、地産電源の地域内活用度が低く、地域低炭素化を十

分に活かされていなくていい状況ということもできる。

本事業モデルは、供給電力量に対し需要電力量が相対的に小さいため、供給電力の地消率を高めるためには、需要規模の拡大が必要である。

表IV-3 ケース1の事業内エネルギー地産率・地消率

	①供給電力量			②需要電力量		
		内 地産電力量	地消率		内 地産電力量	地産率
電力量 (MWh/年)	10,015	4,930	49%	8,676	4,930	57%

イ. 環境性

本事業モデルの環境性 (CO2 削減効果) については、次章V. にて整理する。

ウ. 経済効果

本事業モデルの経済効果については、主として行政におけるコスト削減効果と、地域エネルギー事業に伴う地域への経済効果の2つの観点がある。

➤ 行政コスト削減効果

行政におけるコスト削減効果については、廃棄物発電側の売電収入と、需要側公共施設における買電費用とのバランスによって定まる。仮に廃棄物発電側の売電収入に変動がなく、需要側公共施設における買電費用が、地域エネルギー事業者と契約することで減少する場合、需要側公共施設における買電費用の減少分が行政全体のコスト削減効果として評価される。

本事業モデルの事業性評価では、需要側の買電価格は東北電力の-5%と設定していることから、これを単純に行政コスト削減効果とすると、下表のとおり年間で14百万円のコスト削減効果が得られる計算となる。

表IV-4 地域エネルギー事業導入前後のコスト削減額の試算

	地域エネルギー 事業導入前	地域エネルギー 事業導入後	コスト削減額 (買電単価-5%)
公共施設等における 買電費用(百万円:税込)	305	291	-14

注) 現在、地域エネルギー事業者と買電契約している施設の前後でのコスト削減効果を表す。

➤ 地域への経済効果

地域エネルギー事業に伴う経済効果としては、i) 地域エネルギー事業者の運営に伴う雇用創出効果、ii) 需要家が支払う電力料金の外部流出抑制効果とこれに伴う域内経済への波及効果の2つが考えられる。

このうちii)については、地域エネルギー事業の導入に伴う地域への経済効果について、環

境省が提供する「地域経済循環分析用データ」により検討した。

「地域経済循環分析」とは、環境省が水俣市の地域振興への支援で培った、地域経済の全体を俯瞰し、地域の強みと課題を、資金の流れを中心に把握する経済分析の手法とされ、市町村単位の産業連関表及び地域経済計算のデータ（平成 22 年度値）を基に、様々な対策・施策の経済効果を把握することができるものである。

本調査では、福島市の同意を得て、福島市における「地域経済循環分析用データ」を入手し、地域エネルギー事業の導入に伴う経済効果を検討した。

以下、地域への経済効果の検討結果を示す。

i) 雇用創出効果

本調査における地域エネルギー事業者の事業性評価において、事業採算性を確保しつつ、3～5名の雇用を確保可能との試算を得た。

ii) 地域経済への波及効果

需要家が支払う電力料金の外部流出抑制効果については、地域エネルギー事業者による域内公共施設等への電力販売収入額（税抜）である約 2 億円が、市内部に留まる計算となる。

「地域経済循環分析用データ」における産業連関表によると、福島市の公務部門における電気業からの購入額は約 85 億円と推計されるが^{注)}、地域エネルギー事業者の取扱量は、そのおよそ 2%程度という計算となる。

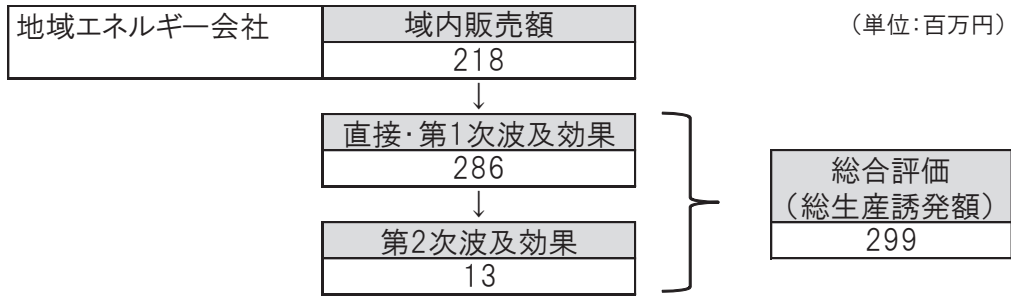
注) 電気・ガス・水道業における公務部門の中間需要量 99 億円に、電気業の総生産額割合（約 86.0%）を乗じて算出。

次に、2 億円が域内に留まることによる域内経済への波及効果を検討した。

「地域循環分析用データ」を活用し、2 億円の域内生産額が発生したとして、他の産業への影響を計算した結果、下表のとおりとなり、経済波及効果 2.9 億円との試算を得た。

現状では、地域エネルギー事業者の主たる調達先は廃棄物発電（公務部門）であるため、当該公務部門の財政負担軽減等による行政サービスの向上や市民還元等の効果を期待することとなるが、今後民間電源も含めた調達先に広げた場合には、より直接的な波及効果も期待することができる。

なお、本試算においては、地域エネルギー事業者（地域新電力事業）の業種について、「卸売・小売業」に分類して試算を行った。取り扱う対象物は電気であるものの、業態としては卸売・小売に類すると考えられたためであるが、今後、産業分類上での定義が定まった場合には、当該分類での評価を行う必要がある。



図IV-7 地域エネルギー事業者の活動に伴う地域経済への波及効果の試算

(2) 将来的な規模拡大モデル【ケース2】

将来的な事業範囲拡大を念頭に、現状の発電規模、需要規模から一定程度の拡大を行った場合の事業性を評価した。

1) 評価条件

■ 発電側

- ・ 廃棄物発電施設 4MW 程度(30 分値での期待送電電力量~2MWh)
- ・ 使用データは平成 28 年度実績値とし、直近のデータは過去データの平均値で追補した。
- ・ 調達価格は、11 円/kWh (税抜) と設定した。

■ 需要側

- ・ 公共施設等 15.2 MW 程度
- ・ 使用データは平成 28 年度実績値とし、直近のデータは過去データの平均値で追補した。
- ・ 小中学校、廃棄物発電施設の全停時の購入電力量も需要側に含めた。
- ・ 供給価格は、燃料費調整は-2.43 円/kWh、割引力は基本料、従量料ともに東北電力の-5%とした。

■ 計画値同時同量の調整方法 ケース 1 と同じ。

■ 運営費 ケース 1 と同じ。

2) 評価結果

① 事業性

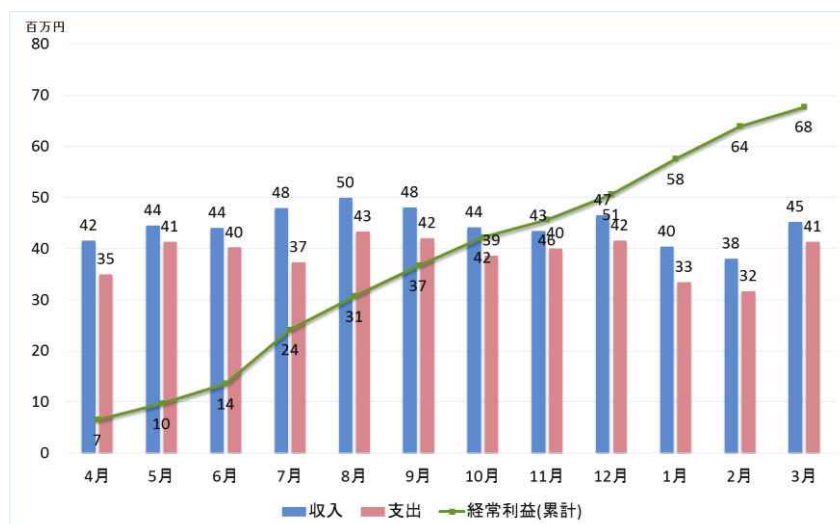
ア. 事業採算性

年間を通じた事業収支は、売上合計 533 百万円 (税抜) に対し、支出合計が 465 百万円 (税抜) となり、年間事業収支差額 (経常利益) は 68 百万円と試算され、12.7%の経常利益率が出るという結果になった。

表IV-5 単年度事業収支試算結果

項目	金額 (百万円)
売上	533
支出 (内インバランス分)	465 (2.5)
経常利益	68
経常利益率	12.7%

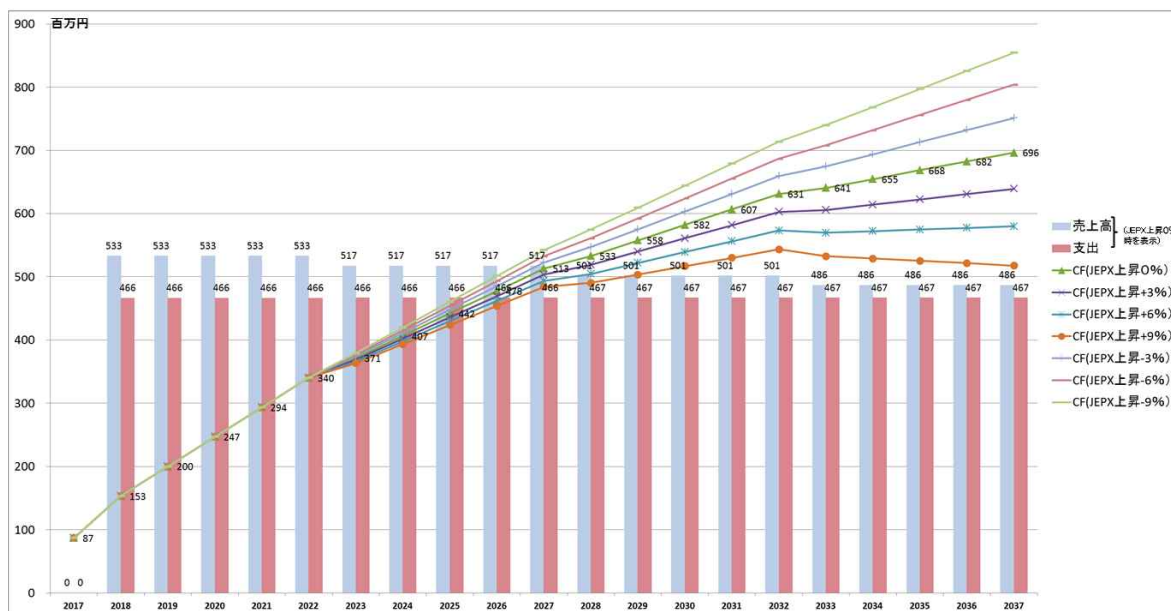
月間の推移は次図のとおりであり、ケース1に比べ月間の経常利益が高くなっている。



図IV-9 年間事業収支 (ケース2)

イ. 事業継続性

ケース1と同様、長期的なリスク要素の変動を見込んだ20年間のシミュレーションを行った。収支のリスク要素は、売上、スポット市場価格、非化石付加価値、インバランス料金の4つとし、シミュレーションの設定はケース1と同じとした。以下にシミュレーション結果を示す。



図IV-10 ケース2における20年間のシミュレーション結果

ケース2においては、ケース1に比べ市場価格の変化による経常利益の振り幅が小さくなり、全シナリオにおいて改善がみられた。これは、規模拡大によって市場価格の変動による影響を吸収したためと考えられ、規模拡大による事業継続性への効果が示される結果となった。

② 地域貢献性

ア. エネルギーの地産地消性

ケース2において、電力の地産地消を反映させた事業内エネルギーの地産率・地消率を評価した結果は下表のとおりであり、需要側で消費した電力のうち地産電源（廃棄物発電）の割合は47%に上り、廃棄物発電電力の地域内での消費も65%となった。ケース1と比較すると、地消率は上昇したが、地産率は減少した。

表IV-6 ケース2の事業内エネルギーの地産率・地消率

	①供給電力量			②需要電力量		
		内 地産電力量	地消率		内 地産電力量	地産率
電力量 (MWh/年)	20,030	13,078	65%	27,765	13,078	47%

イ. 環境性

本事業モデルの環境性（CO2削減効果）については、次章V.にて整理する。

ウ. 経済効果

▶ 需要家エネルギーコスト削減効果

ケース2における需要家側におけるコスト削減効果は下表のとおりで、導入前後で合計81百万円の削減が見込まれる。

表IV-7 地域エネルギー事業導入前後のコスト削減額の試算

	地域エネルギー 事業導入前	地域エネルギー 事業導入後	コスト削減額 (買電単価-5%)
公共施設等における 買電費用(百万円:税込)	1,352	1,271	-81

注) 現在、地域エネルギー事業者と買電契約している施設の前後でのコスト削減効果を表す。

▶ 地域への経済効果

i) 雇用創出効果

ケース1と同様、事業採算性を確保しつつ、3~5名の雇用を確保可能と見込まれた。

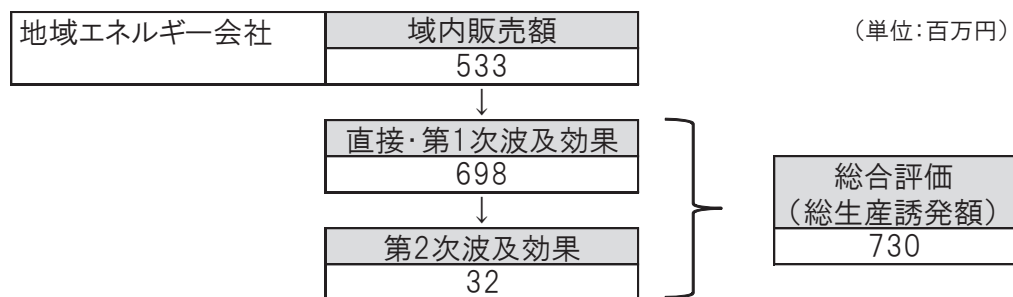
ii) 地域経済への波及効果

需要家が支払う電力料金の外部流出抑制効果については、地域エネルギー事業者による域内公共施設等への電力販売収入額である約5.3億円が、市内部に留まる計算となる。

5.3億円が域内に留まることによる地域内経済への波及効果については、「地域循環分析用データ」を活用し、5.3億円の域内生産額が発生したとして、他の産業への影響を計算した結

果、下表のとおりとなり、経済波及効果 7.3 億円との試算を得た。

現状では、地域エネルギー事業者の主たる調達先は廃棄物発電（公務部門）であること、地域エネルギー事業者（地域新電力事業）の業種について、「卸売・小売業」に分類して試算を行っていること等の前提条件は、ケース 1 と同様である。



図IV-11 地域エネルギー事業者の活動に伴う地域経済への波及効果の試算

3. 評価結果

(1) 事業性について

事業性評価の結果、現状の需給規模（ケース1）では、市場価格が低迷した今回調査の評価条件においては一定の事業性を確保できたものの、今後の市場価格の変動等のリスクを考慮すると、単独での安定した事業運営は厳しいと考えられる。

従って、現状のとおり廃棄物発電施設のSPCと関連の小売電気事業者を通じた地産地消を継続するか、又は需給規模を一定程度拡大（ケース2程度）した上で単独の事業運営とするかの選択になると考えられる。

単独での事業を進めるためには、地域エネルギー事業者の選定において行政が何らかの関与を行うことが安定した事業環境の確保につながることから、次項に示す地域貢献性の観点も踏まえて行政の関与の方針を明確にし、出資による地域エネルギー事業者の設立や、既存の特定の事業者との契約といった選択肢の中から、適切な事業スキームを選択することが考えられる。

(2) 地域貢献性について

地域エネルギー事業の地域貢献性については、地域の低炭素化や、雇用の創出、地域経済への波及効果といった側面について、一定の効果が得られることが示された。

特に福島市のような事業モデルでは、市内の小中学校に対する廃棄物発電の地産地消という特性を活かした環境教育の要素を取り込むことが可能であり、需要家と一体となった地域エネルギー事業の普及啓発によるエネルギー政策の取組み促進という方向性も可能である。

地域エネルギー事業の地域貢献性、社会貢献性を適切に評価し、今後の事業に取り込んでいくことが期待される。

V. CO₂削減効果の検証

1. CO₂削減効果の考え方

本調査における地域エネルギー事業モデルは、発電側と需要側を1つの地域エネルギー事業者（小売電気事業者）を介してネットワーク化することにより、廃棄物発電の地産地消事業を実現するものである。

このような地域エネルギー事業のCO₂削減効果は、小売電気事業者の電気事業者別排出係数に基づいて需要側のCO₂排出量の削減効果を見ることとなるが、現時点では単独での事業運営を行う小売電気事業者（地域エネルギー事業者）について想定段階のため、第I章で整理したように、電気事業者別排出係数の考え方に準じて、地域の電源からの供給割合を考慮して評価することとした。

2. CO₂削減効果の評価

前項で検討した評価手法により、本調査における現状規模モデル（ケース1）及び将来的な規模拡大モデル（ケース2）におけるCO₂排出量削減効果を評価した結果は下表のとおりである。

なお、本事業モデルにおけるごみ発電施設は、FIT制度の設備認定を受けており、発電電力はFIT価格により調達される。従って、FIT電源由来の電力の環境価値（低炭素性）は、FIT制度の賦課金を負担する全需要家が公平に享受するものとされていることから、FIT価格で取り扱われたごみ発電電力によるCO₂削減効果を、全て本事業モデルで費やしたコストによって達成したものと評価することが適切かどうかは十分に検討する必要がある。

そこで、本事業モデルにおけるCO₂削減量当たりのコストを算出するにあたり、ごみ発電電力におけるFIT分（バイオマス分）については、全国平均相当として電気事業者別CO₂排出係数の代替値を用いて評価を行った。

表V-1 CO2削減量当たりのコスト

			事業開始前 現状規模	事業開始後(高度化レベル:予測精度向上後)		
				ケース1		ケース2
				現状規模		規模拡大
需要側	廃棄物発電電力購入量 (非FIT分) ^{注1)}	MWh /年	—	1,972	5,231	
	廃棄物発電に係るCO2排出量 原単位(非FIT分)	t-CO2 /MWh	—	注2)	注2)	
	廃棄物発電電力購入量 (FIT分) ^{注1)}	MWh /年	—	2,958	7,847	
	廃棄物発電に係るCO2排出量 原単位(FIT分) ^{注3)}	t-CO2 /MWh	—	0.552	0.552	
	地域外電力購入量	MWh	8,677	3,747	14,687	
	地域外電力に係るCO2排出量 原単位 ^{注4)}	t-CO2 /MWh	0.556	0.502	0.502	
全体	需要側のエネルギー起源CO2 排出量 ^{注5)}	t-CO2	4,824	3,514	7,373	11,704
	(CO2排出量原単位) ^{注5)}	t-CO2 /MWh	0.556	0.405	0.266	0.422
	需要側のエネルギー 起源CO2削減量 ^{注6)}	t-CO2	—	1,311	8,065	3,734
地域エネルギー事業コスト ^{注7)}		千円	—	0	0	
CO2排出量当たりのコスト		千円/tCO2	—	0	0	

注1) バイオマス分を60%、非バイオマス分を40%として設定。

注2) 発電の用に供された燃料使用に伴うCO2排出量を、廃棄物発電用途のために廃棄物の焼却処理に追加的な活動(例えば発電を目的とした燃料消費量の増加等)が生じた場合のCO2排出量とし、ここでは実質ゼロ相当とする。

注3) 地域内の購入電力量のうちFIT分に、以下のCO2排出係数を乗じて算出
・0.552 t-CO2/MWh ※固定価格買取調整用全国平均係数(H28.6.10公表)

注4) 地域外の購入電力量に以下のCO2排出係数を乗じて算出
・事業開始前:0.556 t-CO2/MWh ※東北電力(株) 実排出係数(H28.12.27公表)
・事業開始後:市場調達分= 0.502 t-CO2/MWh ※JEPX(H27年度)

注5) 需要側の電源構成から算出。ケース2の左側は実排出量(係数)、右側は調整後排出量(係数)の各々相当。

注6) ケース2では、需要側に加えた公共施設等の電力は、以前は他の電力会社から購入していたと想定し、需要側の規模拡大前後でのCO2削減量を示した。ケース2の左側は実排出量、右側は調整後排出量の各々相当。

注7) 地域エネルギー事業の収支差額を計上。経常利益が出る場合はゼロとした。

VI. 今後の廃棄物発電の特性を活かしたネットワークの拡大に向けて

1. 事業モデルの総合評価

第IV章、第V章で評価した地域エネルギー事業のまとめを下表に示す。

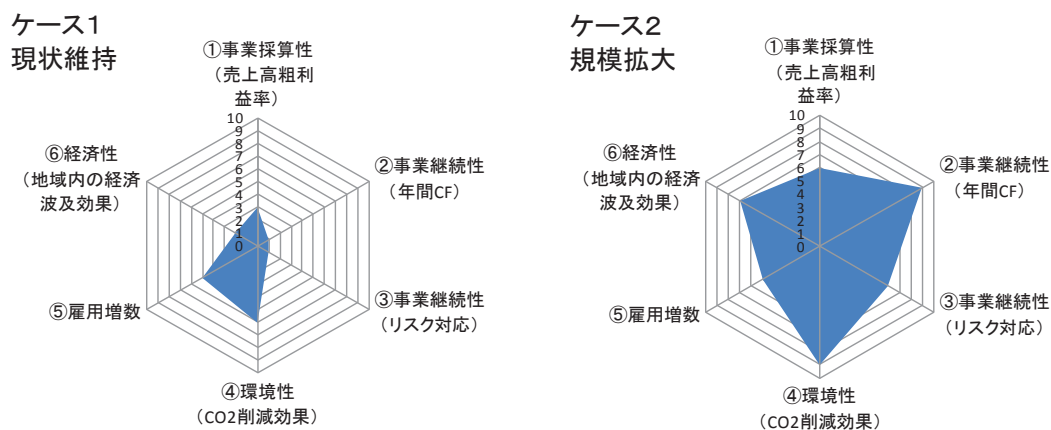
現状の事業規模では、単独の事業運営は難しいものの、規模拡大に応じて地域貢献性を基にした行政関与による単独事業者の運営の可能性もあるといえる。

表VI-1 地域エネルギー事業の評価結果まとめ

			ケース1 現状規模 モデル	ケース2 将来的な規模拡大 モデル
事業規模	発電側	送電電力	2 MW程度	4 MW程度
	需要側	需要電力(最大需要)	5.2 MW程度	15.2 MW程度
事業性	事業採算性	経常利益	13 百万円/年	68 百万円/年
	事業継続性	将来的な事業環境の変化(売上減、市場変動)に伴う対応可能性	市場動向によってはCF悪化	市場の変化にもある程度対応可能
地域貢献性	事業内エネルギーの地産地消性	廃棄物発電の地消率	49%	65%
		需要家消費電力の地産率	57%	47%
	環境性	CO ₂ 排出削減量 ^{注)}	-1,311 t-CO ₂ /年	-3,734 t-CO ₂ /年
	経済性	エネルギーコスト	-14 百万円/年	-81百万円/年
		雇用創出効果	3~5 人	3~5 人
		地域内経済波及効果	2.9 億円/年	7.3 億円/年
	社会貢献性	環境学習支援	事業の公的価値を高め、事業の推進にも寄与する	

注)事業開始前と比較した場合の電源構成の変化による需要家のエネルギー起源CO₂削減効果(本調査における試算前提条件による)

評価項目の主要部分を指数化し、レーダーチャートで示したものを以下に示す。



図VI-1 事業モデルの総合評価

2. 今後の展開に向けて

(1) 地域エネルギー事業における行政関与のあり方

第 I 章において、今後の地域エネルギー事業における行政関与のあり方について、現状維持、行政出資による地域エネルギー事業者の設立運営、特定の企業との契約の 3 つのパターンについて、メリット、デメリットを検討した。

その結果、①行政が主体的に関与する政策的意義はあるか、②行政が関与した場合のリスクをどのように抑制するか、の 2 つのポイントについて検討することで、地域エネルギー事業における行政関与のあり方がおおよそ定まってくるものと考えられた。

本調査における事業性評価の結果、事業規模を拡大することで、一定の事業リスクは回避できる可能性が示唆された。また地域エネルギー事業の政策的意義については、低炭素性や環境性のほか、学習支援などの社会貢献的な要素を組み込むことで市としての特色を出し、例えば“エネルギーについて学び・考え・大事に使う地域づくり”のようなコンセプトを立てることで、一定の政策的意義を持って取り組むことも可能ではないかと考えられる。

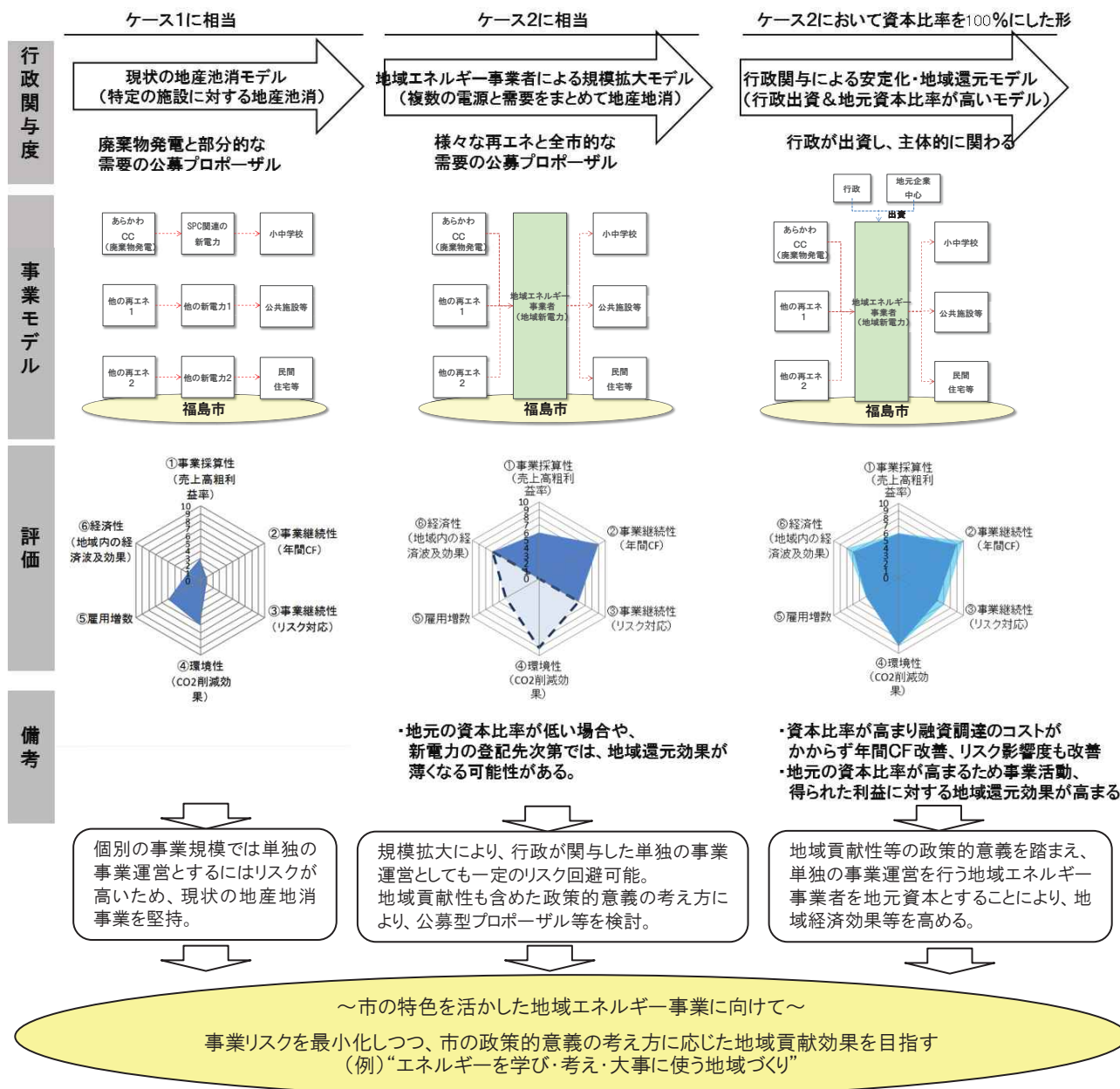
現状以上の行政関与を行う場合の具体的な進め方としては、前述の通り、地域エネルギー事業は事業性の観点で、安定経営には一定規模の確保が必須となるため、廃棄物発電及び一定規模の需要を公募型プロポーザルの形で地域エネルギー事業者に買取/供給させることが地域エネルギー事業の成立を目指したときの最小の行政関与度として考えられる。更には今後の市場リスクも考慮し、地域として一つの強固な地域エネルギー事業の基盤を作ることを考える場合は、その他の再生可能エネルギー発電、公共施設等の需要についても拡大して公募型プロポーザルの対象にしていくことがもう一步進んだ行政関与として考えられる。

しかし、公募型プロポーザルで選ぶだけでは、地域エネルギー事業者の性質次第で地域貢献性が薄くなることも考えられる。例えば、資本の大半が地域外の企業による出資であるケースや、立上げた地域エネルギー事業の実態が地域外にある場合などは、事業活動で発生する受発注行為、得られる営業利益が実質は地域外に出ていくことになる場合もある。

行政としての政策的意義を踏まえた地域エネルギー事業を展開する前提で、行政が出資を行う場合は、地元の資本比率を高めることで地域内の経済循環につなげることが期待される。100%地元の資本と体制で固められた場合、事業活動で発生する受発注行為、得られる営業利益等全てが地域還元することになる。また、資本比率、信用度の高まりにより融資活用時の資金調達コスト等が削減され、キャッシュフロー面でも改善が見込まれる。

また、行政として地域エネルギー事業を主体的に運営することで、エネルギーに関する学習支援のほか、エネルギーに関連した生活支援サービス（高齢者見守り支援等）にも展開することが可能となる。

下図に、それぞれのケースと行政関与度、評価に対する影響の概要を示す。



図VI-2 今後の行政関与の在り方について

福島市のように、当面の地域内における電力地産地消スキームを成立させ、その後の展開をどう考えるかという段階の事業モデルは、今後増えてくると考えられる。そこで重要になるのは、行政として地域のエネルギー政策をどう考えるか、そしてそれを実現するためにどのような事業スキームを選ぶか、という観点である。北九州市のように、地域への安定安価な電力供給を行政が主体となって確保するため、行政出資の上で地域エネルギー事業者をスタートさせる例もあれば、民間事業者の創意工夫を活かし、公募型プロポーザルによって地域エネルギー事業者を選定する例もある。

地域エネルギー事業に行政が関与するということは、相応のリスクを踏まえつつ、地域貢献・地域活性化を施策として推し進めるということであり、そのためにリスクの最大限の抑制と地域貢献・地域活性化効果の最大化を図ることが重要である。

行政主体か、民間事業者の創意工夫を活かすか、いずれの選択肢を取るにしても、リスクの低減と地域貢献性の両要素を踏まえて、今後の方向性を検討することが重要と考えられる。

（２）廃棄物発電を中心とした高度需給管理手法の普及

本調査で構築した廃棄物発電等の高度需給管理システムは、クラウド環境を活用した汎用的なシステムであり、今後取組みを始める地域エネルギー事業者の負担軽減に資するものである。また、廃棄物発電施設の運営を担う SPC との協力関係を基盤に、施設の詳細な電力データの活用や、現場と地域エネルギー事業者とのコミュニケーションツールも取り入れることができたことにより、より精度の高い需給管理に資する可能性が示唆された。

廃棄物発電は、太陽光等の自然エネルギーと比較して、比較的安定したベースロード電源となり得る可能性を持つ一方で、廃棄物処理という事業目的を達成しながらの発電であるため、ごみ量・ごみ質の変動や、施設の稼働状況にも合わせた発電・送電を行う必要があるため、廃棄物発電施設の運営側との連携は不可欠と考えられる。

廃棄物発電施設の運営を担う SPC との連携を確保しつつ、本調査で構築した高度需給管理システムを活かしていくことが、廃棄物発電を活かした地域エネルギー事業の普及拡大につながっていくものと期待される。